Selbyana 13: 143–167

ABSTRACTS OF CONTRIBUTED ORAL AND POSTER PAPERS AT THE SYMPOSIUM ON THE BIOLOGY AND CONSERVATION OF EPIPHYTES

The following abstracts are for contributed papers presented at The Second International Symposium on The Biology and Conservation of Epiphytes. Abstracts of invited papers, which have been published in their entirety in this volume, have been printed with the full paper.

To increase the accessibility of this information to those living and working in other countries, we have included a translation of abstracts into an appropriate second language. Many thanks to Dr. Raul Rivero, a member of the Associate Research Staff at The Marie Selby Botanical Gardens, for his help with the Spanish translations.

ABDUL-KARIM, A. G. AND H. HAIRANI. Orchid Research Laboratory, Faculty of Life Sciences, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 Bangi MALAYSIA. Factors affecting minimum growth in vitro conservation of Malaysian orchids.

Slowing of orchid growth in culture is one of the ways to conserve orchid germplasm. By delaying subculture, the germplasm can be preserved over longer periods. Regeneration can occur whenever the plant is required. Factors affecting the growth of culture were studied with the purpose of in vitro conservation. Factors such as agar content, mannitol concentration, low temperature, and abscissic acid were studied to observe their effects in slowing down growth of protocorm-like bodies (PLB) and plantlet formation. Increasing the agar content from 30–60 g/liter reduced PLB proliferation by 65% on *Cymbidium lowii, Grammatophyllum scriptum, Renantada,* and *Mokara Chark Kuan.* Mannitol at a range from 2–14 g/liter reduced PLB and plantlet development by 60%. Effects of low temperature storage showed an optimum at 15°C in all four adversely, leading to necrotic behavior. Abscissic acid tested at 0–10 mg/liter 90% reduction in *Mokara* and *Cymbidium,* respectively. All cultures were effectively reduced in their growth for six months and regenerated for plantlet development within three months upon transfer to normal cultural conditions.

ABDUL-KARIM, A. G. AND H. HAIRANI. Makmal Penyelidikan Orkid, Fakulti Sains Hayat, Universiti Kebangsaan Malaysia, 43600 MALAYSIA. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan minima pemiliharaan in vitro orkid Malaysia.

Salah satu cara untuk memulihara germplasma orkid adalah dengan melambatkan pertumbuhan kultur orkid. Dengan ini germplasma boleh disimpan lama dan penjanaan boleh disambung semula bila-bila masa. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan telah dikaji bagi tujuan pemuliharaan. Faktor-faktor kepekatan agar, mannitol, suhu rendah dan asid abscissik telah dikaji kesannya bagi melambatkan pertumbuhan jasad seperti protokorm (JSP). Penambahan agar dari 30–60 g/liter mengurangkan proliferasi bagi *Cymbidium lowii, Grammatophyllum scriptum, Renantanda* dan *Mokara Chark Kuan* sebanyak 65%. Mannitol 2–14 g/liter merencat pembentukan JSP dan plantlet sebanyak 60%. Kesan suhu rendah menunjukkan optima pada 15°C untuk keempat-empat orkid yang diuji kecuali *Cymbidium,* yang mana suhu sejuk memudharatkan JSP sehingga nekrotik. ABA pada 0–10 mg/liter menunjukkan kesan perencatan yang effektif pada 0.5 mg/liter. Kepekatan ini mengurangkan pertumbuhan *Mokara* dan *Cymbidium* sebanyak 50% dan 90%. Semua kultur yang direncat secara effektif telah pulih membesar kembali dalam masa 3 bulan selepas dipindah dalam keadaan pengkulturan normal.

ACKERMAN, J. D., A. SABAT, AND B. MOLANO. Department of Biology, University of Puerto Rico, Rio Piedras, Puerto Rico, 00931 U.S.A. Intraspecific variation in floral characteristics: does it pay to be different?

Extraordinary variation in floral characteristics often occurs in deception-pollinated species that are generalized food flower mimics. In several orchids, variations occur in floral fragrance, color, shape, and size. The maintenance of such variants within populations may be a consequence of frequency-dependent selection. Unusual forms may have a higher relative fitness than common ones. In a population of *Tolumnia variegata,* a twig epiphyte, we measured flower size as a function of lip width and subjectively characterized fragrance production. Our measures of fitness were pollinarium removals and fruit production. Lip sizes were normally distributed, and no significant relationship existed between size-class frequency and fitness measures. The lack of floral fragrance was common, whereas strong fragrances were rare. No significant difference occurred between fragrance types in percent fruit set, but pollinarium removals

were more frequent in the strong fragrance type. Thus, little evidence for frequency-dependent selection was detected. Alternatively, founder effects, biparental seed crops, and the absence of selection may maintain the high levels of extraordinary variation in *T. variegata.*

ACKERMAN, J. D., A. SABAT, AND B. MOLANO. Departamento de Biología, Universidad de Puerto Rico, Rio Piedras, Puerto Rico, 00931 U.S.A. Variación intraespecifica en caracteres florales: es beneficioso ser diferente?

Plantas que no recompensan a sus polinizadores pero asemejan a otras especies que si efrecen recompensa, exhiben una variación extraordinara en caracteres florales. En orquídeas, puede existir variación en fragrancia floral, color, forma y tamaño. La existencia de esta variación en una población puede ser consecuencia de selección frecuente-dependiente en la cual genotipos poco frecuentes pueden tener una adecuación relativa mayor que los genotipos comunes. En una población de *Tolumnia variegata,* medimos tamaño floral (i.e., ancho labial) y caracterizamos, subjetivamente, producción de fragancia. Se midió adecuación quantificando remoción de polinarios y producción de frutos. Ancho labial exhibió una distribución normal, y no se encontró ninguna relación entre la frecuencia de las diferentes categorias de tamaño con su éxito reproductivo. Flores sin fragancia eran mucho mas comunes que flores con fragancia fuerte. No se encontró ninguna relación entre producción de frutos y la presencia o ausencia de fragancia, pero las flores con fragancia fuerte experimentaron mas remoción de polinarios que aquellas sin fragancia. No se encontró evidencia que apoyara la existencia de selección frecuente-dependiente. Alternativamente, la alta variabilidad en caracteres florales observada en poblaciones de *T. variegata* puede deberse a efecto de fundador, semillas biparentales, ó a la ausencia de selección en estos caracteres.

ALBERT, V. A., A. W. COLEMAN, AND M. W. CHASE. University of North Carolina, Chapel Hill, North Carolina, and Brown University, Providence, Rhode Island U.S.A.
Evolutionary correlates of genome size in the Oncidiinae (Orchidaceae).

Evolutionary correlates of genome size have been proposed for several groups of plants, although none has been examined in a phylogenetic context. We have been studying such correlates in the subtribe Oncidiinae. Phylogenetic reconstructions from chloroplast DNA data have suggested monophyly for subtribe and two distinct clades within it that are notable for their vegetative and floral innovations: the mule-ears and the twig epiphytes. C-values determined by microspectrofluorometry have shown that the mule-ears have approximately five times as much nuclear DNA as the twig epiphytes. The mule-ears range from thickened stem (pseudobulb) and thin-leaf to inconspicuous stem and leaf succulence in the derived state. Large cell size concomitant with DNA increase may have preadapted members of the clade to innovative repatterning of storage tissues. In turn, mobile DNA, which accounts for much of the repeated sequences thought to underlie C-value increase, may have affected gene expression so as to further promote morphological change. The twig epiphytes, with their small genomes, are preadapted to rapid generation time, which can lead to increased fixation of mutations and thus morphological innovation.

ATWOOD, J. T. The Marie Selby Botanical Gardens, 811 South Palm Avenue, Sarasota, Florida 34236 U.S.A. Evolution of the Orchid Identification Center.

The most obvious yet fundamental tenet for ordering conservation priorities is adequate species documentation in regional floras. In practice, species in tropical countries are usually poorly known. Since its inception in 1975, the Orchid Identification Center has served as an information center for production of regional treatments of the Orchidaceae. Originally funded in part by the American Orchid Society (AOS), it was established as an organ for determining or confirming the names of orchids that win show awards. Now functioning as a satellite of the Selby Gardens Herbarium, it continues in its service to the AOS and is also the center for production of taxonomic treatments of the Orchidaceae for Costa Rica. Part of the solution to conservation needs is to nurture those workers who are able to produce their own treatments but who lack the bibliographic and herbarium resources to accomplish the task. These workers have the potential to educate their own public concerning conservation needs. They can also make key decisions identifying taxa in need of protection and determining areas for maximum species preservation. Orchids doubtlessly contribute towards maintenance of tropical forest ecosystems, and their importance to the public affords them a status which can help justify preservation of key habitats in which highly critical but less privileged taxa live.

ATWOOD, J. T. The Marie Selby Botanical Gardens, 811 South Palm Avenue, Sarasota, Florida 34236 U.S.A. Evolución del Centro de Identificación de Orquídeas.

El más obvio y aún fundamental principio para ordenar prioridades conservacionistas es mediante una adecuada documentación de especies en floras regionales. De hecho, especies en paises tropicales son poco conocidas. Desde su comienzo en 1975, el Centro de Identifición de Orquídeas ha servido como centro informativo para la producción de tratados regionales en la familia Orchidaceae. Originalmente fundado como parte de la Sociedad Americana de Orquídeas (AOS), fue establecido como un órgano para la determinación ó ratificación de nombres científicos de orquídeas ganadoras de premios en exhibiciones. Ahora que funciona como un apéndice del herbario SEL, continua su servicio a la AOS y es también el centro para la producción de tratados taxonómicos de las Orchidaceae de Costa Rica. Parte de la solución a las necesidades conservacionistas es apoyar a profesionales quienes quieren producir sus propios tratados taxonómicos, pero adolecen de recursos bibliográficos y herbarios adecuados para cumplir con sus propósitos. Estos profesionales tienen el potencial para educar su propia comunidad sobre las necesidades de conservación, como también determinar aquellas áreas contentivas de especies que demandan máxima preservación. Las orquídeas, indudablemente, contribuyen a la protección de ecosistemas boscosos tropicales y su importancia brinda al público una oportunidad de apoyar la preservación de habitat claves en los que las taxa mas críticas, pero menos privilegiadas habitan.

BARTHELEMY, DANIEL. C.I.R.A.D., Laboratoire de Módelisation, B.P. 5035, 34032 Montpellier, Cedex 1 FRANCE. Computer plant growth modeling and simulation.

In the C.I.R.A.D. (Centre de Coóperation Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement) Modeling Laboratory, we have formed a team of 20 researchers specializing in four different fields (botany, agronomy, mathematics, and computers). This allows for a qualitative and quantitative approach to the problems of plant growth. We believe that a well-balanced interaction of these disciplines is necessary for establishing the fundamentals of growth simulation of plant architecture. In practice, several successive stages are necessary for the correct simulation of a given plant: 1) botanical field observations provide precise qualitative data concerning the architecture of a plant and its growth pattern; 2) the plant is numerically measured; 3) a reference axis is created which can take into account the different patterns obtained from the plants, as well as their architectural evolution; and 4) plant growth is simulated at a graphics station.

BARTHELEMY, DANIEL. C.I.R.A.D., Laboratoire de Módelisation, B.P. 5035, 34032 Montpellier, Cedex 1 FRANCE. Modelado y simulación de crecimiento de plantas computarizado.

En el Laboratorio de Modelaje del CIRAD (Centro de Cooperación Internacionál de Investigación Agronómica) trabaja un equipo de veinte investigadores especializados en cuatro ramas (botánica, agronomía, matemáticas y computación), que permiten abordar cualitativamente y cuantitativamente, los problemas del crecimiento de las plantas. Estamos convencidos que de la interacción de esas disciplinas se pueden establecer los principios fundamentales de la simulación de la arquitectura de las plantas. En la practica, varios pasos son necesarios para simular correctamente el crecimiento de una planta determinada: 1) las observaciones botánicas de campo dan la información cualitativa precisa refiriéndose a la arquitectura del vegetal y su patrón de crecimiento; 2) posteriormente se efectuan mediciones de la planta; 3) la creación de un eje de referencia que toma en cuenta las leyes obtenidas así como la evolución arquitectural de la planta; y 4) la simulación sobre una estación gráfica.

BENNER, B. The Marie Selby Botanical Gardens, 811 South Palm Avenue, Sarasota, Florida 34236 U.S.A. Epiphytes of Florida.

Epiphytes are an integral part of the Florida landscape. They range from the conspicuous Spanish moss (*Tillandsia usneoides*) to less frequently seen species that are in danger of being extirpated from their natural habitats. There are approximately 90 native epiphyte species in Florida (the members of the lower plants such as lichens, algae, and mosses are not included in this number). Among these 90 species, orchids account for the greatest number of species (35). Ferns and fern allies have 25, bromeliads, though most conspicuous due to abundance, have only 20, and about ten species comprise the remainder. Although some of these epiphytes are protected under conservation laws of Florida, many have become extremely rare and some, possibly extirpated. The loss of these epiphytes has been mainly due to changes in land use. Hopefully, through education and awareness, these plants

will be further protected as one of Florida's irreplaceable resources.

BENZING, D. H. Department of Biology, Oberlin College, Oberlin, Ohio 44074 U.S.A. The ant *Iridomyrmex cordatus* disperses the orchid *Dendrobium insigne* at a site in New Guinea.

The polygynous *Iridomyrmex cordatus* appears to be the major, or sole, dispersal agent for the lowland epiphytic orchid *Dendrobium insigne* at a site near Madang on the northeast coast of Papua New Guinea. Carton trails on *Cocos nucifera* supporting adult *D. insigne* in what appeared to be diffuse ant-nest gardens containing members of several additional plant families usually harbored abundant seeds, protocorms, and leafy seedlings of the same orchid. Juveniles were not encountered elsewhere. Unlike seeds of most myrmecochores, those of *D. insigne* lack trophic rewards and thick coats, and are not damaged during dispersal, despite possession of the thin testa characteristic of most Orchidaceae. Less typical for the family are relatively fleshy capsules and sticky seeds. Reasons why *I. cordatus* uses *D. insigne* seeds, but not those of cooccurring orchids, to help fabricate trails are unclear. Orchidaceae, the taxon that accounts for over half of all vascular epiphyte species, may contain additional unrecognized myrmecochores dependent on ant-supplied substrata.

CALVO, RICARDO N. Department of Botany, University of Miami, Coral Gables, Florida 33124 U.S.A. Pollinator limitation and the cost of reproduction of the twig epiphyte, *Tolumnia variegata* (Orchidaceae): evolutionary demography.

The results of a two-year experimental study of the effects of pollination intensity on future growth and flower production, and a three-year demographic assessment of the population dynamics of *Tolumnia variegata* were combined to construct a matrix model of the dynamics of the species. Based on experimental results, the matrix model was modified to simulate life histories with different schedules of pollination and recruitment, and the corresponding population growth rate was obtained for each resulting matrix. Complete hand-pollination increased fruit set about 80 times over the natural level, and resulted in a significant reduction in subsequent growth and flower production. However, the simulations predicted that a very small increase in seedling contribution associated with the dramatic increase in fruit set would be sufficient to overcome the cost of producing fruit, and would result in strong selection for higher fruit set. This conclusion does not seem to explain the widespread occurrence of low fruit set in the orchid family. An alternative explanation is proposed. To test it, studies on the transition from seed to seedlings in nature are required.

CALVO, RICARDO N. Department of Botany, University of Miami, Coral Gables, Florida 33124 U.S.A. Limitación de polinizadores y el costo de reproducción de la ramita epífita, *Tolumnia variegata* (Orchidaceae): su demografía evolutiva.

Los resultados de un estudio experimental de dos años sobre los efectos de la intensidad de polinización sobre el crecimiento y la floración futura, y de una determinación demográfica de tres años de la dinámica de una población de *Tolumnia variegata* se combinaron para construir un modelo matricial de la dinámica de la especie. Basado en los resultados experimentales, el modelo fue modificado para simular historias de vida con diferentes regímenes de polinización y reclutamiento, y la tasa de crecimiento correspondiente a cada matriz resultante fue obtenida. La polinización completa incrementó la formación de frutos approximadamente 80 veces por encima del nivel natural y resultó en una reducción significativa en el crecimiento y la floración subsecuente. Sin embargo, las simulaciones predijeron que un incremento pequeño en la contribución al reclutamiento de plántulas asociada al dramático incremento en la producción de frutos sería suficiente para contrarrestar el costo de producir frutos, y por lo tanto resultaría en una selección fuerte en favor de una producción de frutos elevada. Esta conclusión no parece explicar la amplia ocurrencia de baja formación de frutos en las orquídeas. Se propone una explicación alternativa. Para probarla, se requieren estudios sobre la transición desde semilla a plántula en condiciones naturales.

CATLING, PAUL M. Agriculture Canada, Biosystematique, Research Centre, Metcalfe, Ottawa, Ontario K1A 0C6 CANADA. Influence of aerial *Azteca* nests on the epiphyte community of some Belezean orange orchards.

To determine the influence of aerial *Azteca* nests on the epiphyte community of Belezean orange orchards, the presence of epiphytes was recorded in 73 trees with aerial nests and 183 adjacent trees. Orange orchards were utilized because many factors influencing epiphyte diver-

sity are essentially constant, and aerial nests were frequent enough to enable the collection and analysis of quantitative data. Five of 32 epiphytes recorded were essentially confined to trees with aerial nests, and were invariably confined to the nests themselves, thus forming ant gardens. Correlation and Yate's chi-squares demonstrated that some frequent non-garden epiphytes were not influenced by the presence of ant gardens, but others, including four species of orchids, were significantly less frequent, and one climbing fern was significantly more frequent. Decline of the four orchids may have been a consequence of death of host branches as well as other factors, including possible protection of homopterans. Stimulation of the fern may have resulted from the availability of organic material in the form of older carton to facilitate establishment, as well as nutrients originating from the carton material and directly from homopterans. The differential effect of aerial ant nests on epiphytes contributes to the explanation of epiphyte diversity through niche differentiation.

CATLING, PAUL M. Agriculture Canada, Biosystematique, Research Centre, Metcalfe, Ottawa, Ontario K1A 0C6 CANADA. La influencia de hormigueros aéreos de *Azteca* en la comunidad epífita de huertos de naranja en Belize.

Para determinar la influencia de hormigueros aéreos de *Azteca* en la comunidad de epífitas de huertos de naranja en Belize, se registró la presencia de epífitas en 73 árboles con hormigueros aéreos y 183 árboles adyacentes. Se utilizaron huertos de naranja porque muchos factores que influencian la diversidad de epífitas son esencialmente constantes y los hormigueros aéreos eran lo suficientemente frecuentes para permitir la colección y análisis de datos cuantitativos. Cinco de 32 especies epífitas registradas estuvieron esencialmente confinadas a los árboles con hormigueros aéreos y estaban confinadas a los hormigueros mismos, formando jardines de hormigas. Análisis de Correlación y Ji-cuadrada demostraron que algunas epífitas frecuentes no formadoras de jardines no estaban influenciadas por la presencia de jardines de hormigas, pero otras, incluyendo cuatro especies de orquídeas, fueron significativamente menos frecuentes y un helecho trepador fue significativamente más frecuente. La declinación de las cuatro orquídeas puede haber sido una consecuencia de la muerte de las ramas hospederas, como también de otros factores, incluyendo la posible protección de homópteros. El incremento del helecho puede haber resultado de la disponibilidad de material orgánico en la forma de cartón más viejo facilitando su establecimiento, así como los nutrientes originados del material del cartón y directamente de los homópteros. El efecto diferencial de los hormigueros aéreos sobre las epífitas contribuye a la explicación de la diversidad de epífitas a través de la diferenciación de nicho.

CHRISTENSEN, DORTE E. Botanical Institute, Aarhus University, Nordlandsvej 68, Risskov DK-8240 DENMARK. Reproductive biology of *Stelis argentata* Lindl. (Pleurothallidnae: Orchidaceae) in eastern Ecuador.

A study of reproductive biology of *Stelis argentata* Lindl. was conducted in the lowland rainforests of eastern Ecuador. The small flowers are yellowish-green or brownish, and without nectar. The reduced petals and lip are surrounded by a flat dish formed by the sepals and covered by reflective crystals which probably act as pseudonectar for pollinating dipterans. New flowers primarily opened in the morning, in the late afternoon, and during cool and rainy periods of the day. This correlated with the time of activity of the pollinators as judged by the flux of pollinaria. Flowers lasted for up to nine days, but pollination occurred mainly during the first two days of anthesis. Flower visitation rate was high (67%), and fruit-set was low (2%). The low fruit-set may be explained, at least partly, by the pollination mechanism involving small flies attracted by deceit.

CHRISTENSEN, DORTE E. Botanical Institute, Aarhus University, 68, Risskov DK-8420 DENMARK. La biología reproductiva de *Stelis argentata* Lindl. (Pleurothallidnae: Orchidaceae) en la Amazonia del Ecuador.

Se llevó a cabo un estudio de la biología reproductiva de *Stelis argentata* Lindl. en el bosque húmedo tropical de la Amazonia del Ecuador. Las flores son pequeñas, amarillas y sin néctar. Los reducidos pétalos y el labio están rodeados por un disco plano formado por los sépalos y cubiertos por cristales reflexivos que probablemente actúan a manera de pseudonectar para atraer a los dípteros polinizadores. Las nuevas flores se abren principalmente en la mañana, al atardecer, y durante el día en los períodos fríos y lluviosos. Esto está correlacionado con el período de actividad de los polinizadores a juzgar por el flujo de polinios. Las flores duraron hasta nueve días, pero la polinización ocurrió principalmente durante los primeros dos días de la floración. El porcentaje de vista a las flores fue alto (67%), mientras que el conjuncto de frutos fue bajo (2%). El bajo porcentaje del conjunto

de frutos podría explicarse, al menos en parte, por los mecanismos de polinización que incluyen a pequeñas moscas atraídas por engaño.

CLARK, W. D. AND M. T. CLEGG. Arizona State University, Tempe, Arizona and University of California, Riverside, California U.S.A. Systematic relationships of the Bromeliaceae based on DNA sequence comparisons.

Sequences of the chloroplast gene, *rbc*L, were determined from representative taxa of several monocot families. The objective of the project was to compare DNA sequences as a means of assessing the potential sister-taxon status of different families to the Bromeliaceae. Genomic extracts were used for amplification of the *rbc*L gene by the polymerase chain reaction. Sequences were obtained by the dideoxy sequencing methods. Data were analyzed by parsimony, bootstrapped parsimony, and maximum-likelihood estimation. The bootstrapped parsimony results showed 7 of 11 nodes to be significant (at least 94 out of 100 replicates). Templeton tests of alternative trees with different placements of the Bromeliaceae and Rapateaceae were not significantly different ($P < 0.05$), which indicates a high similarity between their sequences. The maximum likelihood tree, in which all branches were significantly positive ($P < 0.01$), also included the Rapateaceae with the branch leading to the Bromeliaceae. Both trees excluded the Velloziaceae from the bromeliad clade. We conclude that the Bromeliaceae and the Velloziaceae are not sister taxa, as previously proposed. However, the Bromeliaceae and Rapateaceae may be sister families.

CLARK, KENNETH L. AND NALINI M. NADKARNI. The Marie Selby Botanical Gardens, 811 South Palm Ave., Sarasota, Florida 34236 U.S.A. The capture and cascading of inorganic nitrogen in the canopy of a Neotropical cloud forest in Monteverde, Costa Rica.

We investigated the effects of bryophytes and bryophyte/dead organic matter (DOM) assemblages on inorganic N fluxes in solution. We applied artificial precipitation and cloud water solutions on excised epiphytes in the laboratory to examine the effects of these canopy components on NO_3^- and NH_4^+ fluxes. We also used a cloud water, bulk precipitation, and throughfall network to monitor fluxes in the field. In laboratory experiments, 0% to +90% of the total NO_3^- loadings were retained, while NH_4^+ retention or release was more variable (−200% to +90%). Comparing these values to the NO_3^- and NH_4^+ flux in throughfall collected over a 3-month period, approximately 85% of the NO_3^--N (1.4 kg/ha) and 40% of the NH_4^+-N (0.2 kg/ha) in atmospheric deposition to the canopy was retained. Bryophytes and bryophyte/DOM assemblages may play a major role in the interception and cycling of inorganic N in this canopy. The death of bryophytes and subsequent processes of solute leakage, decomposition, and mineralization may be important in NH_4^+ release to throughfall, and may serve as a source of N for other non-vascular and vascular epiphytes.

CLARK, KENNETH L. AND NALINI M. NADKARNI. The Marie Selby Botanical Gardens, 811 South Palm Ave., Sarasota, Florida 34236 U.S.A. La captura y desplazo del nitrógeno inorgánico en las copas de un bosque nublado Neotropical en Monteverde, Costa Rica.

El propósito de este estudio fue investigar los efectos de los briófitos y la elaboración de materia orgánica muerta (DOM) en flujos inorgánicos de N en solución. Se usaron solucciones artificiales de precipitación y nubosidades para examinar el efecto de estas en los componentes de NO_3^- y NH_4^+ de las copas arboreas, en el laboratorio. Se utilizó también una red de recolectores de niebla, precipitacion y agua presente en las copas, para monitorear los flujos localizados en el campo. En los experimentos del laboratorio, entre 0% al +90% de la capacidad total de NO_3^- fue retenida, meintras que la retención o producción de NH_4^+ fue más variable (−200%–+90%). Comparando éstos valores con los del flujos de NO_3^- y NH_4^+ en el total de la lluvia colectada por un período de más de tres meses, aproximádamente el 85% del NO_3^--N (1.4 kg/ha) y el 40% del total de NH_4^+-N (0.2 kg/ha) fue retenido en la deposición atmosférica en las copas arbóreas. Los briófitos y la DOM pudieran jugar un papel fundamental en la intercepción y flujo del N inorgánico en las copas. La mortalidad de los briófitos el consecuente proceso de filtraje de solutos, la descompoción y mineralización pueden ser factores importantes en la emisión de NH_4^+ en la lluvia, y pueden servir como una fuente de N para otras plantas epífitas novasculares.

COXSON, DARWYN S.,[1] DEANE D. MCINTYRE,[2] AND HANS J. VOGEL.[2] [1]Department of Biology, McMaster University, Hamilton, Ontario L8S 4K1 CANADA. [2]Department

of Biological Sciences, University of Calgary, Calgary, Alberta T2N 1N4 CANADA. The release of sugars and polyols from epiphytic bryophytes in tropical montane rain forest (Guadeloupe).

The accumulation and release of sugars was examined in two bryophyte communities from an upper montane rain forest in Guadeloupe. Sugar composition was determined by high-performance liquid chromatography and nuclear magnetic resonance spectroscopy. Total sugar and polyol reserves were equivalent to 17% of dry weight in the upper canopy hepatic *Frullania atrata* and 6% in the lower canopy moss *Phyllogonium fulgens*. Exposure to wetting/drying cycles resulted in the substantial loss of sugars to throughfall solution. Among sugars and polyols detected in collected leachate were fructose, mannitol, glucose, erythritol, glycerol, and sucrose. The release of sugars and polyols during individual rewetting episodes was greatest in the lower canopy bryophyte community. However, the greater frequency of drought exposure in the upper canopy resulted in a higher total increase for the *Frullania*-dominated community, estimated at 223 kg ha^{-1}. This compares to only 118 kg ha^{-1} from the lower canopy *Phyllogonium* mats. These release episodes potentially have significant impact on many aspects of nutrient cycling, particularly for processes of microbial decomposition and asymbiotic nitrogen fixation, each of which is readily influenced by the supply of exogenous sugars.

COXSON, DARWYN S.,[1] DEANE D. MCINTYRE,[2] AND HANS J. VOGEL.[2] [1]Department de Biologie, Université McMaster, Hamilton, Ontario L8S 4K1 CANADA. [2]Department de Sciences Biologiques, Université de Calgary, Calgary, Alberta T2N 1N4 CANADA. Relâchement de sucres et de polyols par des bryophytes épiphytes en forêt tropicale ombrophile montagneuse (Guadeloupe).

L'accumulation et le relâchement de sucres a été étudié chez deux communautés de bryophytes de la forêt tropical montagneuse de la Guadeloupe. La composition en sucre a été determineé par chromatographie liquide de haute performance et par spectroscopie nucléaire à résonance magnétique. La somme totale des réserves de sucres et polyols fut équivalent à 17% du poids sec de l'hépatique *Frullania atrata* de la strate supérieure de la végétation et à 6% de la mousse *Phyllogonium fulgens* de la strate inférieure. L'exposition a des épisodes de réhumectation à entrainé une perte substantielle de sucres en solution coulant à travers le couvert végétal. On a retrouvé, parmis les sucres et polyols détectés dans la solution recueillie, du fructose, du mannitol, du glucose, de l'érythritol, du glycérol et du sucrose. Le taux le plus élevé de relâchement de sucres et de polyols fut observé chez la communauté de bryophytes de la strate inférieure. Cependant, un taux plus élevé de décharge observé chez la communauté dominée par *Frullania* (estimé à 223 kg ha^{-1}) résulte d'une fréquence d'exposition plus élevée à la sécheresse en strate supérieure. Le relâchement ne consiste que de 118 kg ha^{-1} chez la communauté de *Phyllogonium* de strate inférieure. Ces décharges épisodiques ont potentiellement un impact significatif sur plusieurs aspects du cycle de nutriment, en particulier sur les processus de décomposition microbienne et de fixation asymbiotique d'azote. Ces processus sont aisément influencés par les apports en sucres exogènes.

CROAT, THOMAS B. Missouri Botanical Garden, P.O. Box 299, St. Louis, Missouri 63166-0299 U.S.A. Comparative studies of species composition of Araceae in two species-rich sites in western Colombia.

Western Colombia is the richest area of species diversity for the Araceae. Species richness correlates well with the wetness of the environment as well as with temperature, being the greatest at wet habitats at low to middle elevations, and lower in high, wet habitats or in dry habitats at all elevations. The study makes detailed comparisons of species diversity and generic composition of two sites on the western slopes of the Cordillera Occidental. One study area is in a region of premontane pluvial forest near sea level in the Department of Valle, a region called the "Bajo Calima," located between Buenaventura and the Rio Calima. The second study area, located at La Planada in Nariño Department, is in premontane wet forest at 1,800 m elevation. The study shows that the high elevation site had fewer genera and many fewer species than the lower, warmer site at Bajo Calima. The La Planada site is further compared to two additional premontane wet forest sites in Nariño. These comparisons show high rates of endemism to be prevalent in certain ecological life zones. Even slight drops in elevation from upland sites may produce dramatic increases in species diversity.

CROAT, THOMAS B. Missouri Botanical Garden, P.O. Box 299, St. Louis, Missouri 63166-0299 U.S.A. Estudios comparativos de la composición de especies de Araceae en

dos localidades ricas en especies en el occidente de Colombia.

El Occidente de Colombia es la área más rica en diversidad de especies de Araceae. Esta riqueza de especies tiene una alta correlación con la humedad del ambiente así como con la temperatura, y es más alta en los habitats húmedos en alturas bajas y medias que en habitats altos y húmedos o en habitats secos en todas las alturas. El estudio hace comparaciones detalladas de la diversidad de especies y la composición genérica de dos sitios de la vertiente occidental de la Cordillera Occidental. Uno de los sitios de estudio está ubicado en una región de bosque pluvial premontaño cerca del nivel del mar en el Departamento del Valle, en la región llamada Bajo Calima, situada entre Buenaventura y el Río Calima. El segundo sitio de estudio está ubicado en La Planada en el Departamento de Nariño, en bosque húmedo premontaño a 1,800 m sobre el nivel del mar. El estudio demuestra que el sitio más alto contiene menos géneros y mucho menos especies que el sitio más bajo y más cálido en Bajo Calima. El sitio en La Planada es además comparado con otros dos bosques húmedos premontaños en Nariño. Estas comparaciones muestran altos índices de endemismo en ciertas zonas ecológicas de vida y también que pequeños descensos en elevación en sitios altos pueden producir incrementos dramáticos en la diversidad de especies.

DETERMAN, RONALD O. The Atlanta Botanical Garden, Atlanta, Georgia 30309 U.S.A. The cultivation and propagation of epiphytic ant-plants.

This paper reported successful and uniform methods for growing a wide variety of epiphytic ant-plants. Propagation of the more difficult members of this group was emphasized. Specifics on how to propagate the now usually wild-collected ferns of the genus *Lecanopteris* from spores were given. Also, seed-sowing for the following Old World and New World genera that have ant-plant representatives were discussed: *Dischidia, Hoya, Myrmecodia, Hydnophytum, Aechmea, Codonanthe,* and *Anthurium.*

DETERMAN, RONALD O. The Atlanta Botanical Garden, Atlanta, Georgia 30309 U.S.A. La cultivación y propagación de plantas hospederas de hormigas.

Este artículo se refiere a métodos exitosos y uniformes para cultivar una amplia variedad de plantas epífitas hospederas de hormigas. Su propagación será explicada haciendo énfasis en algunos de los miembros mas dificultosos de este grupo. Detalles de como propagar, por medio de esporas, helechos del género *Lecanopteris,* comunmente encontrados unicamente en su habitat natural, son presentados. También se discutirá en detalle la siembra de semillas de algunos géneros del viejo y del nuevo mundo, que tienen representantes en las plantas hospederas de hormigas: *Dischidia, Hoya, Myrmecodia, Hydnophytum, Aechmea, Codonanthe,* y *Anthurium.*

DIX, MARGARET A. AND MICHAEL W. DIX. Universidad del Valle de Guatemala, Apdo. 82, Guatemala City GUATEMALA. Floral biology of *Lemboglossum bictoniense* (Lindl.) Halbinger (Orchidaceae).

This study, which compares the floral biology of wild and cultivated populations of *Lemboglossum bictoniense,* is the first detailed report for any member of this genus. Flowering began in early October, peaked in early November, and ended by March. Insect predators, responsible for up to 53% of flower loss in the wild, are important in controlling population size. Visits by the pollinators *Bombus medius* and *B. mexicanus* were more frequent from 0700 to 1300 and 1500 to 1800 hours. Although flower colors ranged from white to dark purple, flowers exhibiting mid-range colors achieved higher pollination success. *Dahlia maxoni,* which is frequently visited by the same bumblebees, shows the same mid-range colors and flowering periodicity. This may be important in maintaining the attraction which *L. bictoniense* flowers have for their visitors in spite of their lack of reward. Early flowers were significantly more likely to be pollinated than those which opened toward the end of the season, suggesting that the bees learn. Self-sterility was high: 7% selfed flowers, compared to 39% cross-pollinated flowers, produced capsules ($P < 0.01$). Flower production per plant in the cultivated group was double that of the field population. Nevertheless, the mean capsule number per plant was the same in each group.

DIX, MARGARET A. AND MICHAEL W. DIX. Universidad del Valle de Guatemala, Apdo. 82, Guatemala City GUATEMALA. La biología floral de *Lemboglossum bictoniense* (Lindl.) (Orchidaceae).

Este estudio, el cual compara la biología floral de poblaciones silvestres y cultivadas de *Lemboglossum bictoniense,* es el primer estudio detallado para un miembro de este género. La floración empieza a principios de octubre, llega a su máxima a principios de noviembre, y ha terminado antes de marzo.

Insectos predadores, responsable por la pér-

dida de hasta 53% de las flores en el campo, son importantes en el control del tamaño de la población. Visitas por los polinizadores *Bombus medius* y *B. mexicanus* son más frecuentes desde las 7:00 hasta las 13:00 y de 15:00 hasta 18:00 horas. Aunque la coloración de las flores tiene un rango entre blanca y morada oscura, las flores con colores intermedios tuvieron más éxito en ser polinizadas. *Dahlia maxoni,* que recibe muchas visitas por los mismos abejorros, demuestra los mismos colores intermedios y periodicidad de floración que la orquídea estudiada. Esto puede ser importante en mantener la atractividad que tienen las flores de *L. bictoniense* para sus visitantes a pesar de que la flor de la orquídea no proporciona ninguna recompensa. Las flores que abrieron a principios de la época de floración, tenían un chance significativamente más alta para ser polinizada, comparada con aquellas que abrieron a finales de la época de floración, sugiriendo que las abejas aprenden. La auto-esterilidad fue alta: de las flores auto-fecundadas 7% produjeron cápsulas comparadas con 39% de las flores con polinización cruzadas ($P < 0.01$). El número de flores producido por planta en el grupo cultivado fue el doble del número obtenido en la población silvestre. Sin embargo, ambos produjeron el mismo número de cápsulas por planta.

DIX, MICHAEL W. AND MARGARET A. DIX. Universidad del Valle de Guatemala, Apdo. 82, Guatemala City GUATEMALA. Radiation of the genus *Lycaste* in Northern Meso-America.

We present results based on long-term field studies of *Lycaste* distribution in Guatemala, supplemented with evidence from Mexican species. The genus *Lycaste* in Northern Meso-America is undergoing rapid evolution. Two main trends in pollination biology are apparent, one for very humid and cool habitats, and the other for habitats with a marked dry season. The latter trend is illustrated by the Xanthanthae group, particularly by species such as *L. consobrina, L. crinita,* and *L. aromatica.* The first trend is illustrated by *L. skinneri, L. dowiana, L. deppei,* and *L. lasioglossa,* of which the last two represent an extension of the Xanthanthae from warm, dry habitats toward more humid regions.

In intermediate habitats, hybrid swarms can be found. *Lycaste suaveolens* is discussed in this context. Initially, pollination was by euglossine bees, but our evidence suggests that as species evolved in cooler regions, a shift occurred in *L. skinneri* and *L. deppei* toward *Bombus* as the main pollinator. Natural hybrids between the first and second group, such as *L.* × *luciani,* may occur when euglossines capable of long distance travel accidentally remove pollinaria from species outside their normal range. Natural hybrids of species with the same pollinator are more frequent.

DIX, MICHAEL W. AND MARGARET A. DIX. Universidad del Valle de Guatemala, Apdo. 82, Guatemala City GUATEMALA. La irradiación del género *Lycaste* en el norte de Meso-America.

Presentamos resultados basados en estudios de largo tiempo sobre la distribución de *Lycaste* en Guatemala, suplementada con evidencia de especies mexicanas. El género *Lycaste* está en un proceso de evolución rápida. Se nota dos tendencias principales en su biología de polinización, una adaptada para ambientes muy húmendos y templados, y la otra para ambientes con una estación marcada de sequía. La última tendencia está ilustrada por el grupo Xanthanthae, especialmente especies tales como *L. consobrina, L. crinita,* y *L. aromatica.* La primera tendencia esta observada en *L. skinneria, L. dowiana, L. deppei,* y *L. lasioglossa* de las cuales las dos últimas especies representan una extensión de los Xanthanthae de hábitats calientes y secos hacia regiones más húmedas. En hábitats intermedios se puede encontrar enjambres de hibridización. Se discute *L. suaveolens* en este contexto.

Inicialmente, la polinización fue efectuada por abejas euglossinas, pero nuestra evidencia sugiere que, en cuanto que las especies evolucionaron para ambiente más frescos, un desplazamiento ocurrío en *L. skinneri* y *L. deppei* hacia *Bombus* como el polinizador principal. Híbridos naturales entre el primer y segundo grupo, como el *L.* × *luciani,* ocurren cuando euglossinas capaces de viajar largas distancias, remueven accidentalmente polinaria de especies fuera de su rango normal. Como consecuencia, los híbridos naturales que involucran la misma especie polinizador son más comunes.

EK, RENSKE C. AND DIMITRI MONTFOORT. Institute of Systematic Botany, State University of Utrecht, Heidelberglaan 2, 3508 TC Utrecht THE NETHERLANDS. Epiphytism in an evergreen rain forest: composition and vertical distribution.

Within the framework of the "Flora of the Guianas" project, an investigation was carried out on diversity, vertical distribution, and ecology of epiphytes in a lowland evergreen rain forest near Saül, French Guiana. Thirty trees were climbed and sampled. From trunk base to crown, six height zones were recognized. The vascular

epiphyte flora consists of 175 species, with the most important groups being the Orchidaceae (36.6%), Pteridophyta (18.9%), Araceae (13.7%), and Bromeliaceae (10.9%). Diversity and abundance of epiphytes is greatest in lower and middle canopy, while outer canopy supports mostly drought-adapted orchids and bromeliads.

EK, RENSKE C. AND DIMITRI MONTFOORT. Institute of Systematic Botany, State University of Utrecht, Heidelberglaan 2, 3508 TC Utrecht THE NETHERLANDS. Epifitismo en un pluvio selva perenifolia: composición y distribución vertical.

Dentro el projecto "Flora of the Guianas," se hago una investigación sobre diversidad, distribución vertical y ecología de epífitas en un pluvio selva pernifolia cerca Saül, Guyana Francesa. Se recontró seis zonas de altura desde el pie de árbol hasta la copa. La flora vascular de epífitas consiste de 175 especias; las grupas mas importantes son orchídaceas (36.6%), pteridophytas (18.9%), aráceas (13.7%) y bromeliáceas. Diversidad y abundancia de las epífitas es maximo en el copa basal y media. La copa ultima supporta por la mejoria orchídeas y bromeliáceas bien adaptada al clima seco.

EQUIHUA, C. Botany Department, University of Florida, Gainesville, Florida 32611 U.S.A. Bryophyte succession after fire in a Florida sand-pine scrub.

The study compares the bryophyte communities of seven sand-pine scrub sites within the Ocala National Forest, burned in 1987, 1985, 1978, 1966, 1953, 1945, and 1935. I described the bryophyte community in a xeric ecosystem, where fire is a natural disturbance. The sites were sampled using a 100 m² plot 50 m inside the forest. Information gathered was: bryophyte and vascular plant species, substrate type, and height at which bryophytes were observed. Eleven moss species and 22 liverwort species were recorded. The bryophyte community is dominated by epiphytic species. Detrended Correspondence Analysis showed that: 1) bryophyte communities established on soils and on *Pinus clausa* differ from one another and from those on other substrates; and 2) epiphytic bryophytes growing at trunk bases or on dead logs differ from those growing at heights above 20 cm. Fires in sand-pine scrub destroy bryophytes along with most of their epiphytic substrate. Recolonization by epiphytic bryophytes starts once resprouted vascular plants have grown for ca. three years. The changes observed over time in species abundance and species composition of bryophytes follow a successional trend that can be explained by the tolerance model, because species that were found at the beginning of the successional process were found on later stages of succession, and because pioneer species apparently do not inhibit the colonization by other species.

FELGER, R. AND M. A. DIMMITT. Drylands Institute, 2509 N. Campbell #176, Tucson, Arizona 85719 U.S.A. and Arizona-Sonora Desert Museum, 2021 N. Kinney, Tucson, Arizona 85743 U.S.A. Epiphytes at the edge: orchids and bromeliads of northwest Mexico and southwest United States.

Deserts generally lack orchids and non-human primates. What is the distribution of epiphytic angiosperms in relation to the Sonoran desert? There are no epiphytic orchids in the Sonoran desert or in Arizona or the Baja California Peninsula. (One terrestrial orchid barely enters the Sonoran and Mojave deserts.) Nine epiphytic orchid species (in *Brassavola, Cattleya, Cuitlauzina, Cyrtopodium, Encyclia, Laelia, Oncidium,* and *Stanhopea*) and eight species of *Tillandsia* occur in the state of Sonora. The Baja California peninsula has two *Tillandsias* (*T. ferrisiana* and *T. recurvata*) and New Mexico and Arizona each have one species (*T. recurvata*). Two *Tillandsias* actually enter the Sonoran desert: *T. recurvata* in the fog area of Baja California, and *T. recurvata* and *T. exserta* at the desert margin in Sonora. Orchid and bromeliad diversity in the northwest corner of Mexico remains very low until one reaches riparian habitats in tropical deciduous forest and oak woodland in southeastern Sonora; most are widespread "generalist" species. Those closest to the desert tend to be saxicolous, while the xerophytic epiphytes are often on the underside of limbs. The Sonoran orchids and most of the bromeliads are localized and highly vulnerable to habitat destruction and over-collection.

FERNÁNDEZ, RICARDO. Muséo de Historia Natura, Apdo. 14, Lima PERU. The Orchidaceae of Peru.

There are an estimated 2,000–2,500 orchid species in Peru. Many of these are new to science, especially those which come from remote areas, such as isolated cordilleras where there is a high degree of endemism. However, they are being removed by habitat destruction, slash-and-burn techniques for itinerant agriculture, and depredation by commercial collectors. Conservation efforts include various activities, such as seed propagation. Orchid taxonomists are welcome to come to Peru to study Peruvian orchid species.

FERNÁNDEZ, RICARDO. Muséo de Historia Natura, Apdo. 14, Lima PERÚ. Orchidaceae del Perú.

Hay un estimado de 2,000 a 2,500 especies de orquídeas en el Perú. Muchas de ellas son nuevas para la ciencia, especialmente las que provienen de áreas remotas como cordilleras aisladas, donde hay un alto grado de endemismo. Una de las razones porque existen tantas especies de orquídeas en el país se debe a que el Perú posee una enorme variedad de habitats diferentes en un escenario geográfico muy complejo. Sin embargo, las orquídeas peruanas están siendo afectadas por la destrucción del habitat, las técnicas de tala y quema del bosque de la agricultura migratoria y la depredación por colectores comerciantes. Los esfuerzos de conservación incluyen varias actividades como la propagación por semillas. Se invita a los taxónomos a visitar Perú para estudiar nuestras especies de orquídeas.

FONTOURA, TALITA. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro BRAZIL. Distribution patterns of five Bromeliaceae genera in a sample area of Atlantic rain forest, Rio de Janeiro State, Brazil.

The aim of this study was to list the bromeliad genera that occur in high altitude rain forest in Macae de Cima region, and study their distribution on phorophytes. Frequency of bromeliads on phorophytes within 20 sample plots was determined using an observation-from-distance method, recording: 1) clumps; 2) height above ground; and 3) location. Bromeliad genera stratification, percent epiphytism/diameter at breast height (DBH), size class, and percent epiphytism of all individuals/family were determined. Univariate and multivariate analyses were used to determine significance, correlations, and epiphytic vegetational gradients on host trees. A total of 122 individual phorophytes representing 20 families and 46 species supported epiphytes. Five genera of Bromeliaceae were found: *Vriesea, Nidularium, Billbergia, Tillandsia,* and *Quesnelia*. Concerning vertical distribution, two levels were found. The establishment of bromeliads apparently depended on the phorophyte species. DBH was not correlated with bromeliad frequency and multivariate analysis showed three-way attachment of bromeliads on the host species. The genera can be classified as selective, preferential, indifferent, or accidental.

FONTOURA, TALITA. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro BRAZIL. Patrones de distribución de cinco géneros de Bromeliaceae en una área muestrada del bosque pluvioso tropical, Estado Rio de Janeiro, Brasil.

El objetivo de este estudio fue listar los géneros de Bromeliáceae que ocurren en la floresta tropical alto montaña en la Región de Macaé de Cima, en el municipio de Nova Friburgo y estudiar su distribución en los forófitos. La frecuencia de bromelias en 20 subáreas de muestras se determinó utilizándo el método de observación a la distancia, registrándose: 1) clumps; 2) altura arriba del suelo; y 3) localización. Se determinó la estratificación de los géneros, porcentaje epifitismo/diámetro a la altura del pecho (DAP), clase de diámetro, y porcentaje de todos los individuos/familias. Análisis multivariados e univariados se usaron para determinar significado, correlaciones, y gradiente de las epífitas. Un total de 122 forófitos representando 20 familias y 46 especies soportaron. Se encontraron cinco géneros de Bromeliáceas: *Vriesea, Nidularium, Billbergia, Tillandsia,* y *Quesnelia*. Respecto a la distribución vertical se encontraron dos niveles. No se relacionó DAP a la frecuencia de bromelias y el análisis multivariado enseñó tres formas de fijación en las especies hospedera. Los géneros pudieron ser clasificados como selectivos, preferenciales, indiferentes, o accidentales.

GALIANO-SANCHEZ, WASHINGTON H. Cusco National University, Vargas Herbarium, Urbanizacion Lucrepata, Cusco A-5 (CUZ) PERU. Epiphytes of the tropical high Andean forest.

Over the last six years, research and exploration of epiphytic and terrestrial plants in different habitats and ecosystems of the tropical high Andean forest have been conducted in the Urubamba Valley in southeastern Peru. A single locality named Yanacocha (1,500 ha in area) supported ten species of bromeliads, ten species of orchids, 20 species of lichens, and 13 species of bryophytes. The general floristic collections of the area comprised over 600 species and 310 genera.

GALIANO-SANCHEZ, WASHINGTON H. Cusco National University, Vargas Herbarium, Urbanizacion Lucrepata, Cusco A-5 (CUZ) PERÚ. Epífitas de los bosques tropicales montañosos de los Andes.

En los últimos seis años, la investigación y exploración en plantas epífitas y terrestres en diferentes habitats del Bosque Tropical Alto Andino han sido conducidos en el Valle de Urubamba ubicado en el Sur-Este del Perú. Una singular localidad llamada Yanacocha (1,500 ha de extensión), contiene 10 especies de bromeliá-

ceas, 10 especies de orchidáceas, 20 especies de líquenes y 13 especies de briófitos. Las colecciones florísticas del área en general comprenden superiores a las valores 600 especies en 310 géneros.

HERNDON, ALAN. Department of Botany, Louisiana State University, Baton Rouge, Louisiana 70803 U.S.A. A modelling approach to epiphyte studies.

A simple model for epiphyte growth based on the influence of physical environmental factors on water and carbon balance is presented. The model explicitly incorporates light and water availability in a very general way. Identification of simple patterns, such as the increase in rates of water loss with increasing light, leads to meaningful predictions about the suitability of different habitats for epiphytes. A strong interaction between light and water availability is predicted for normal rates of water loss, i.e., the degree of exposure an epiphyte can tolerate will depend largely on water availability. This prediction agrees with observations of epiphyte distribution in the field and growth in cultivation. The prediction also implies that field studies attempting to correlate epiphyte distribution solely with light or water availability will only be successful if the other variable remains roughly constant over the area studied. Furthermore, rough measurements of differences between species in water loss rates at various levels of light can be used to predict habitat partitioning. When the response of epiphytes to various physical factors is better known, the model will be more predictive.

HERNDON, ALAN. Department of Botany, Louisiana State University, Baton Rouge, Louisiana 70803 U.S.A. Un modelo ecológico para el estudio de epífitas.

Se presenta un modelo del crecimiento de epífitas basado en la influencia de factores físicos ambientales con respecto a las balanzas del agua y de carbon en la planta, tomando como los factores físicos de más importancia la disponibilidad de la luz solar y la del agua. La identificación de patrones sencillos, tal como el aumento en la tasa de la pérdida de agua con el aumento en la luz solar, lleva a predicciones significativas con respeto a la sobrevivencia de epífitas en diferentes habitats. Se predice una interacción fuerte entre la disponibilidad de luz y de agua, por lo menos, dentro del rango normal de tasas de pérdida de agua, es decir, la cantidad de luz solar que una epífita puede tolerar depende en gran parte en el agua disposible. Esta predicción está de acuerdo con las observaciones tanto de la distribución de las epífitas en el campo, como de su crecimiento en cultivo. Dicha predicción además infiere que los estudios de campo, que pretenden a corelacionar la distribución de las epífitas solamente con la luz o con el agua, solamente pueden ser exitosos cuando el otro variable queda aproximadamente constante en todo la área de estudio. Además, se pueden usar medidas crudas de las diferencias entre especies en cuanto a la tasa de pérdida de agua bajo diferentes niveles de luz, para predicir la repartición del habitat entre las especies. El valor del modelo para predicir estas interacciones aumentará cuando hay más datos.

HOLBROOK, N. MICHELE AND FRANCIS E. PUTZ. Department of Biological Sciences, Stanford University, Stanford, California 94305-5020 U.S.A. and University of Florida, Gainesville, Florida 32611 U.S.A. The water balance of hemiepiphytes: a model system for studies of drought adaptation?

Hemiepiphytes occur successively as epiphytes and trees. Intraspecific comparisons of individuals in the two growth-phases may be useful in understanding both adaptations to the epiphytic environment and constraints on the hemiepiphytic establishment strategy. We present data on physiological and structural attributes of nine species of hemiepiphytes that influence their ability to restrict rates of water loss when moisture is scarce. Epiphytic hemiepiphytes are restricted to deep cavities formed in branch axils or behind the leaf bases of palms. The rooting material in these microsites has both a higher water-holding capacity and nutrient content than the top 10 cm of soil located near the base of the host tree. Nevertheless, these sites are subject to frequent drying, and epiphytic individuals have lower stomatal conductances, higher water leaf potentials, higher osmotic potentials at full saturation, and lower bulk moduli of elasticity (more elastic cell walls) when compared with conspecific trees. Although the relative sensitivity of stomatal conductance to increases in VPD was the same in epiphytic and tree-phase individuals, epidermal leaf conductance was several times lower in the epiphytic plants. Liquid phase resistance to water transport from soil to leaves, determined as the slope of the transpiration vs. leaf water potential relationship under well-watered conditions, was higher in epiphytic individuals. The reproductive success of hemiepiphytes requires the transition from the epiphytic phase to a growth form competitive with other trees. Limitations in phenotypic plasticity may restrict the deployment of drought adaptations

while in epiphytic phase, and thus constrain the distribution of suitable establishment sites.

estadío de epífita, limitando así, la distribución de sitios adecuados para el establecimiento.

HOLBROOK, N. MICHELE AND FRANCIS E. PUTZ. Department of Biological Sciences, Stanford University, Stanford, California 94305-5020 U.S.A. and University of Florida, Gainesville, Florida 32611 U.S.A. El balance hídrico de hemiepífitas: un sistema modelo para estudiar la adaptación a sequías.

Las hemiepífitas inician su desarrollo como epífitas para posteriormente establecerse como árboles. La comparación interespecífica de individuos durante estos dos estadíos de desarrollo puede ser útil para entender tanto las adaptaciones al ambiente epifítico, como las restricciones que impone este tipo de establecimiento. En este estudio se presenta información sobre atributos estructurales y fisiológicos de nueve especies de hemiepífitas, los cuales tienen alguna influencia en la habilidad de la planta para restringir la pérdida de agua en condiciones de poca humedad. La ocurrencia de hemiepífitas se restringe a las cavidades que se forman en la axila de las ramas o detrás de la base de las hojas en las palmas. La materia que se acumula en estos micrositios constituye un buen sustrato para el establecimiento de las raíces de las hemiepífitas, ya que éste tiene mayor contenido de nutrientes y mejor capacidad de retención de agua que el suelo superficial (primeros 10 cm) localizado en la base del árbol hospedero. Sin embargo, estos sitios están sujetos a sequías frecuentes, y al comparar los individuos en estadío de epífitas con individuos de la misma especie en estado adulto (como árboles) los primeros muestran una menor conductancia estomática, un mayor potencial hídrico en las hojas, un mayor potencial osmótico en condiciones de saturación, y una menor elasticidad en sus paredes celulares. La conductancia de la epidermis foliar en el estadío de epifita fue varias veces menor a la del estadío de árbol, esto, a pesar de que la sensibilidad de la conductancia estomática al incremento del déficit de presión de vapor fue la misma en las hojas de ambos estadíos. Los individuos en estadio de epífitas presentaron una mayor resistencia del transporte del agua de suelo a las hojas la cual se determinó como la pendiente de la relación entre la transpiración y el potencial hídrico de la hoja en condiciones de buena humedad. El éxito reproductivo de hemiepífitas requiere que el individuo adquiera un tipo de crecimiento que pueda competir con el de los árboles. Dado que existen limitaciones en la plasticidad fenotípica de las plantas, el utilizar dos tipos de crecimiento muy contrastantes puede forzar a las hemiepífitas a restringir sus adaptaciones a la sequía durante el

INGRAM, STEPHEN W. AND NALINI M. NADKARNI. The Marie Selby Botanical Gardens, Sarasota, Florida 34236 U.S.A. The composition and distribution of epiphytic biomass in a Costa Rican lower montane rain forest.

The purpose of this study was to quantitatively describe the abundance (dry weight) of vegetative components and angiosperm species within the crowns of a dominant host tree species. Epiphytic organic matter (live plants and dead organic matter) was randomly sampled from inner canopy branches of ten *Ocotea tonduzii* trees in Monteverde, Costa Rica. Statistical analyses of dry weights (g dm^{-2} of branch surface area) revealed that three times more organic matter occurred on large (86–140 cm circumference) branches than on small (15–50 cm) branches; and four times more organic matter was found on less inclined ($<30°$) branches than on more steeply inclined ($>60°$) branches. Epiphytic organic matter was composed of approximately 60% dead organic matter, 20% live roots, 10% angiosperm shoots, 5% ferns, and 5% bryophytes. At least 65 angiosperm species in 18 families were found, with the Orchidaceae and Piperaceae the most frequent and species-rich families represented. Species of Araceae, Bromeliaceae, Ericaceae, Melastomataceae, and Orchidaceae together contributed 70% of the angiosperm biomass.

INGRAM, STEPHEN W. AND NALINI M. NADKARNI. The Marie Selby Botanical Gardens, Sarasota, Florida 34236 U.S.A. Composición y distribución de materia orgánica epífita en un bosque muy húmedo montaño bajo, Costa Rica.

En forma cuantitativa, se describe la abundancia (peso seco) de componentes vegetativos y especies angiospermas en las copas de *Ocotea tonduzii,* la especie huesped dominante de hábito arboreo. La materia orgánica epifítica (plantas y materia orgánica muerta) fue colectada en las ramas internas y próximas a la copa de diez árboles en Monteverde, Costa Rica. Aproximádamente el triple de abundancia (g dm^{-2} de la superficie de las ramas) se localizó en las ramas grandes (86–140 cm de circunferencia) en comparación a las ramas pequeñas (15–50 cm); y cuatro veces mayor fue la abundancia localizada en las ramas de menor inclinación ($<30°$) que en las más inclinadas ($>60°$). La materia orgánica epifítica estaba compuesta de aproximádamente 60% de materia orgánica muerta, 20%

de raices, 10% de angiospermas, 5% helechos, y 5% briófitos. Al menos de 65 de las especies angiospermas en 18 familias fueron muestradas en la zona de estudio. Orchidaceae y Piperaceae fueron las más frecuentes y las de mayor cantidad de especies en las familias representadas. Las especies de Araceae, Bromeliaceae, Ericaceae, Melastomataceae, y Orchidaceae contribuyeron aproximádamente al 70% del total de la biomasa de angiospermas.

JOHNSON, ANDRÉS E. Fundación Vida Silvestre Argentina, Defensa 245 1065 Bs.As. ARGENTINA. The conservation of the Evergreen Humid Subtropical Forest within the province of Misiones, Argentina.

The Evergreen Humid Subtropical Forest within Argentina is considered the most diverse and most endangered environment in the country. It is restricted to the province of Misiones where it originally covered 25,000 square km. In 1978, estimates showed that 10,400 square km of the forest had been replaced by secondary savannas, pasture lands, and crops, and that the rate of destruction was steadily increasing. Only 6% of the then remaining forest is protected within the Iguazu National Park (55,000 ha), the Urugua-i Provincial Park (84,000 ha) and a further 11 smaller protected areas. Current conservation efforts of the F.V.S.A. are focused on the integrated conservation of the environment in the vicinities of the Iguazu-Urugua-i unit. The main objectives of this project are: 1) establishing a reserve and a series of wildlife refuges which ecologically complement the protected area within the Urugua-i watershed; 2) creating a public awareness towards local conservation issues; 3) promoting research associated with the conservation of the local forest; and 4) cooperating with the National Parks Board and the local Ministry of Ecology towards common management policies.

JOHNSON, ANDRÉS E. Fundación Vida Silvestre Argentina, Defensa 245 1065 Bs.As. ARGENTINA. La conservación del Bosque Húmedo Siempre-verde Subtropical.

La Selva Higrófila Siempreverde Subtropical dentro de la Argentina se considera uno de los ambientes más diversos y amenazados del país. Esta selva se restringe a la Provincia de Misiones donde originalmente cubría 25,000 km cuadrados. En 1978, estimaciones mostraron que 10,400 km cuadrados de esta selva habían sido reemplazados por sabanas secundarias, pasturas y zonas de cultivo, y que el ritmo de destrucción estaba en un paulatino incremento. Solamente un 6% de esta superficie remanente se halla protegido entre el Parque Nacional Iguazú (55,000 Has.), el Parque Provincial Urugua-í (84,000 Has.) y otras 11 pequeñas areas naturales protegidas. Los esfuerzos actuales de conservación integral del ambiente en las vecindades de la unidad Iguazú-Urugua-í. Los principales objectivos de este proyecto son: 1) establecer una reserva y una serie de refugios privados de vida silvestre que ecologicamente complementen la protección del área ya protegido dentro de la cuenca del Arroyo Urugua-í; 2) crear conciencia sobre problemas ambientales locales; 3) promover la investigación asociada con la conservación de la selva; y 4) cooperar con la Administración de Parques Nacionales y el Ministerio de Ecología de la Provincia de Misiones hacia la unificación de criterios de manejo.

LAWTON, ROBERT O. Department of Biological Sciences, University of Alabama, Huntsville, Alabama 35899 U.S.A. Facultative epiphytism in a neotropical cloud forest and the evolution of the epiphytic habit.

In the wind-exposed tropical lower montane rain forests of the Corderilla de Tilarán in northwestern Costa Rica, plants grow upon each other in luxuriant profusion. This offers insights into the evolutionary origin of the epiphytic habit. The contribution of facultative and accidental epiphytes and hemiepiphytes to the forest canopy was evaluated on a 12 ha watershed using (1) a series of stratified random points (one per 10 × 10 m subplot) at which epiphytes overhead were tallied as part of a study of canopy structure, and (2) a set of nine 10 × 50 m transects, in which trees >30 cm dbh were identified and the hemiepiphytes on them identified and tallied. Plants growing on others contribute 9% of the upper canopy. Of these, the strangler *Ficus crassiuscula* contributed 22%, while a set of facultatively hemiepiphytic or strangling trees including *Clusia* spp., *Weinmannia* spp., *Zanthoxylum* spp., *Oreopanax nubigenum,* and *Didymopanax pittieri,* contributed 42%. Facultative hemiepiphytes dominated the arboreal vegetation of dwarfed forests on wind-exposed ridge-crests and became progressively less prominent in more sheltered downslope sites.

LAWTON, ROBERT O. Department of Biological Sciences, University of Alabama, Huntsville, Alabama 35899 U.S.A. Epifitismo facultativo en un bosque nuboso neotropical y la evolución de epifitismo.

En los bosques pluviales de la zona montaño-baja expuesto a los alisios en la Cordillera de

Tilarán, las plantas se crecen una sobre la otra en una manera lo cual ofrece una evaluación de las interrelaciones evolucionarias entre el ambiente y el epifitismo. Hemos evaluada la contribución de las epífitas leñosas facultativas y hemiepífitas leñosas en una cuenca de 12 hectareas (1) con una serie de puntas randomizadas, en qual hemos indentificado las epífitas leñosas como parte de una estudia de la estructura y estratificación del bosque, y (2) con un grupo de nueve muestras de 10 × 50 metros, en lo que hemos identificado y medido diametros de cada arbol >30 cm DAP, y tambien identificado los hemiepífitas leñosas. Las epífitas y hemiepífitas leñosas contribuyen un 9% del estrato superior del bosque. De esta total, el estrangulador *Ficus crassiuscula* contribuye un 22%, y un grupo del árboles hemiepífiticos facultativos, incluyendo *Clusia* spp., *Weinmannia* spp., *Zanthoxylum* spp., *Oreopanax nubigenum* y *Didymopanax pittieri,* contribuye un 42%. Las hemiepífitas facultativas dominan la vegetación epifitica de los bosques enanos y son progresivamente menos importante en lugares más protegido de los vientos.

LEWIS, MARKO, ELIZABETH VARGAS, PAOLO BETELLA, AND SILVANA FUSI. Herbario Naciónal de Bolivia, Casilla, La Paz 20127 BOLIVIA and Muséo de Historia Natural "Noel Kempff Mercado," Casilla 1615, Santa Cruz BOLIVIA. Microhabitat preferences of epiphytic mosses of the Estación Biologico del Beni, Bolivia.

The purpose of our study was to define the microhabitat preferences of the epiphytic mosses of the Estación Biologico del Beni, Bolivia. A general collection of all the species of mosses encountered in seven habitats was made. The percent cover for each epiphytic moss species was measured every 50 cm from 0–200 cm on the trunks of three representative tree species, and on the palm *Scheelea princeps* (Mart.) Kars. Mosses from above 200 cm were noted from observation with binoculars and from fallen trees. Epiphytic mosses were found from five of the seven habitats studied: riverine forest, seasonally inundated forest, canopy forest from unflooded sites, matorral, and island forest. Moss communities from the first three forest types were differentiated vertically along the trunks, but undifferentiated between forest types or tree species. The only epiphytic moss found in island forests was *Syrrhopodon incompletus* Schwaegr., which is confined to the trunks of *Scheelea princeps.* This moss has the highest cover value of any moss in the study. This species may provide a medium for germination of strangler fig (*Ficus* spp.). The mosses *Neckeriopsis undulata* (Hedw.) Reichdt. and *Neckeriopsis disticha* (Hedw.) Kindb. were found to indicate the level of flooding in inundated forest.

LEWIS, MARKO, ELIZABETH VARGAS, PAOLO BETELLA, AND SILVANA FUSI. Herbario Naciónal de Bolivia, Casilla, La Paz 20127 BOLIVIA and Muséo de Historia Natural "Noel Kempff Mercado," Casilla 1615, Santa Cruz BOLIVIA. Preferencias de microhabitat de musgos epífitos de la Estación Biológica del Beni.

El propósito de este estudio fue definir las preferencias de microhabitat de los musgos epífitos de la Estación Biológica del Beni en Bolivia. Una colección general de todas las especies de musgos fue hecha en siete habitats. El porcentaje de cobertura de cada especie de musgo epífito fue medido cada 50 cm, desde 0–200 cm en los troncos de tres especies de árboles representativas, y en la palma *Scheelea princeps* (Mart.) Kars. Los musgos existentes por encima de los 200 cm fueron observados con binóculos o en árboles caidos. Musgos epífitos fueron localizados en cinco de los siete habitats estudiados: bosques ribereños, bosques temporalmente inundables, copas boscosas de sitios inundables, matorrales, y islas boscosas. Las comunidades de musgos de los tres primeros bosques fueron diferenciados verticalmente a lo largo de los troncos, pero indiferenciados entre los tipos de bosques o las especies arboreas. El único musgo epífito encontrado el las islas boscosas es *Syrrhopodon incompletus* Schwaegr., en los troncos de *Scheelea princeps,* el cual tiene el máxima valor de cobertura entre los musgos estudiados en esta zona. Esta especie arborea puede proveer medio de germinación de plantas estranguladoras (*Ficus* spp.). Los musgos *Neckeriopsis undulata* (Hedw.) Reichdt. y *Neckeriopsis disticha* (Hedw.) Kindb. mostraron ser indicatores del nivel máximo de agua en los bosques inundables.

MAFFIA, BLASE R.,[1] NALINI M. NADKARNI,[2] AND DAVID P. JANOS.[1] [1]University of Miami, P.O. Box 249118, Coral Gables, Florida 33124 U.S.A. and [2]The Marie Selby Botanical Gardens, 811 South Palm Avenue, Sarasota, Florida 34236 U.S.A. Mycorrhizae of epiphytic and terrestrial Piperaceae in a tropical montane cloud forest in Costa Rica.

Root samples of 28 terrestrial, epiphytic, and facultatively epiphytic species in the Piperaceae genera *Peperomia, Piper, Pothomorphe,* and *Sarcorachis* were collected in Monteverde, Costa

Rica, from primary and secondary forest sites having different amounts of accumulated organic matter. Samples were examined for VA-mycorrhizae. Over 55 m total length of fine roots had associated external hyphae and external "vesicles." These were more common than internal structures that were very rare, regardless of collection site or amount of organic matter. *Pothomorphe umbellatum* had the highest incidence of colonization, with internal vesicles and arbuscules in 11 of 150 cm of fine roots (7%). Spores of *Glomus, Acaulospora,* and *Gigaspora* species were present in both canopy and forest floor organic matter. Field collected *Peperomia costaricensis* fine roots had less than 1% colonization in 8.1 m of fine roots. Cuttings of *P. costaricensis* that were inoculated with field-collected, chopped root inoculum and a commercial inoculum ("Nutri-link"; NPI, Salt Lake City, Utah), however, had 10% and 24% colonized fine root length, respectively, when grown in sand-peat-vermiculite. We infer that Piperaceae may predominantly comprise facultatively mycotrophic species because we observed root colonization as high as 24%, although most plants sustained very little colonization in the field. Independence of mycorrhizae may have contributed to the broad radiation of Piperaceae as epiphytes.

MAFFIA, BLASE R.,[1] NALINI M. NADKARNI,[2] AND DAVID P. JANOS.[1] [1]University of Miami, P.O. Box 249118, Coral Gables, Florida 33124 U.S.A. and [2]The Marie Selby Botanical Gardens, 811 South Palm Avenue, Sarasota, Florida 34236 U.S.A. Micorrizas de Piperaceae epífitas y terrestres en un bosque montaño tropical en Costa Rica.

Muestras de raíces de 28 especies terrestres, epífitas, y epífitas facultativas de los géneros *Peperomia, Piper, Pothomorphe,* y *Sarcorachis,* de la familia Piperaceae, fueron recolectada en Monteverde, Costa Rica, en bosque primario y secundario que tenían distintos niveles de materia orgánica acumulada. Las muestras fueron examinadas para determinar la presencia de micorriza vesículo-arbuscular. En una longitud total de 55 m de raíces finas, hifas y "vesículas" externas fueron más comunes que estructuras internas, las cuáles fueron muy poco comunes independientemente del lugar de colección. *Pothomorphe umbellatum* tuvo la más alta colonización, con vesículas internas y arbúsculos presentes en 11 de 150 cm de raíces finas (7%). Esporas de *Glomus, Acaulospora,* y *Gigaspora* estaban presentes tanto en materia orgánica de la copa como del suelo. Raíces finas de *Peperomia costaricensis* colectadas en el campo tuvieron menos de 1% de colonización en 8.1 m de muestra. Sin embargo, cortes de *P. costaricensis* que fueron inoculados con inóculos de raíces colectadas en el campo y con un inóculo comercial ("Nutri-link"; NPI, Salt Lake City, Utah), tuvieron 10% y 24% de colonización respectivamente cuando fueron cultivados en vermiculita-arena-turba. Nosotros inferimos que las Piperáceas pueden estar formadas predominantemente por especies micotróficas facultativas, ya que nosotros observamos colonización tan alta como 24%, pero la mayoría de las plantas tenían muy poca colonización en el campo. La independencia con respecto a micorrizas puede haber contribuído a la amplia radiación de las Piperáceas como epífitas.

MELÉNDEZ, ELVIA J. Department of Biology, University of Puerto Rico, Rio Piedras, Puerto Rico 00913 U.S.A. The effects of a fungal disease on the fitness of individuals in a natural population of *Tolumnia variegata* (*Oncidium variegatum*).

The purpose of this study was to describe the effects of a rust infection (*Sphenosphora kevorkianii*) on the fitness of the orchid *Tolumnia variegata* in a subtropical moist forest north of Puerto Rico. I examined the relationships between morphological characters and frequency of disease. Hand-pollinations were performed on healthy and diseased individuals of two plant size categories to determine the effects of infection on short- and long-term reproduction, subsequent growth, and mortality. The census showed that smaller plants had a lower probability of infection presumably because they represented smaller targets for spore deposition than larger plants. No effects attributable to disease were found in short- or long-term reproduction except for a significant but modest decline (less than 3%) in seed viability for small, hand-pollinated diseased plants. Under natural levels of fruit production, disease reduced only the number of live shoots. At high levels of fruit production, disease reduced leaf length, leaf width, and the number of live shoots. Survival was not affected by rust occurrence. The rust seems to have minimal ecological impact on this orchid population.

MELÉNDEZ, ELVIA J. Departamento de Biología, Universidad de Puerto Rico, Río Piedras, Puerto Rico 00931 E.U. Los efectos de una enfermedad causada por un hongo en los individuos de una población de *Tolumnia variegata* (*Oncidium variegatum*).

El propósito de este estudio fue el de describir los efectos de una infección causada por una roya

(*Sphenosphora kevorkianii*) en la adecuación de la orquídea *Tolumnia variegata* en un bosque subtropical húmedo en el norte de Puerto Rico. Las relaciones entre caracteres morfológicos y la frequencia de la enfermedad fueron examinadas. Se realizaron polinizaciones artificiales en plantas sanas y enfermas de dos tipos de tamaño para determinar los efectos de la infección en reproducción acorto y largo plazo, crecimiento y mortalidad. Un censo demostró que las plantas pequeñas poseen una probabilidad menor de infección posiblemente debido a que presentan una superficie menor para la deposición de esporas en comparación con las plantas grandes. No se demostraron effectos de la enfermedad en la reproducción a corto o a largo plazo excepto una modesta disminución en la viabilidad de las semillas para las plantas pequeñas que fueron polinizadas manualmente. Bajo niveles naturales de producción de frutos, la enfermedad sólo redujo el número de retoños vivos. Con altos niveles de producción de frutos, la enfermedad redujo el largo y ancho de la hoja más larga al igual que el número de retoños producidos. La supervivencia no fue afectada por la presencia de el hongo. La roya parece tener un impacto ecológico mínimo en la población de esta orquídea.

MESQUITA, RITA C. G. Biological Dynamics of Forest Fragments Project, Manaus, AM BRAZIL. Factors influencing selection of reproductive traits in a hemiepiphyte, *Clusia grandiflora.*

The reproductive biology of the hemiepiphyte *C. grandiflora* was investigated in Central Amazonia to evaluate selection on its reproductive traits. I examined: 1) the effect of fruit availability on seed predation and seed removal in 12 individuals; 2) how the distance to the nearest fruiting conspecific affected their seed removal; and 3) the effect of position on a vertical gradient on seedling establishment. Trees bearing more fruits tended to have proportionately fewer immature fruits preyed upon by insect larvae ($r = -0.70$, $P < 0.12$, $N = 5$ trees). I recorded 7,860 bird visits to ripe *Clusia* fruits. Fruit crop size and distance to the nearest neighbor positively correlated with the number of seeds removed from individual plants (step-wise multiple regression $R^2 = 0.987$, $P < 0.0001$). The germination experiment demonstrated that seeds deposited in the sub-canopy had higher survival probabilities and greater leaf area after one year than seedlings on the ground or in the understory. These results suggest that vertical dispersal of seeds in *Clusia* may be as important as horizontal dispersal. Selective pressures acting on different life history stages may be influencing traits such as fruit crop size, seed size, and aril adherence.

MESQUITA, RITA C. G. Biological Dynamics of Forest Fragments Project, Manaus, AM BRAZIL. Factores que influyen en la selección de rasgos reproductivos en una hemiepífita, *Clusia grandiflora.*

La biología reproductiva de la hemiepífita *Clusia grandiflora* fue investigada en la Amazonía Central con la finalidad de evaluar la selección de sus rasgos reproductivos. Fueron examinados: 1) el efecto de la disponibilidad de frutos en la predación y la remoción de semillas en 12 individuos; 2) como la distancia al más próximo conespecífico en frutificación afectó la remoción de sus semillas; y 3) el efecto de su posición en el gradiente vertical para el establecimiento de plántulas. Los árboles que producen más frutos tienden a tener en proporción menos frutos inmaduros predados por larvas de insectos ($r = -0.70$, $P < 0.12$, $N = 5$ árboles). Adicionalmente se registraron 7,860 visitas de aves a los frutos maduros de *Clusia.* El tamaño de los frutos y la distancia hacia el conespecífico más cercano tienen una correlación positiva con el número de semillas removidas de plantas individuales (regresión múltiple step-wise $R^2 = 0.987$, $P < 0.0001$). El experimento de germinación demostró que las semillas depositidas en el subdosel tuvieron mayores probabilidades de sobrevivencia y el área de su hoja fue más grande luego de un año que las plántulas crecidas en el suelo o en el sotobosque. Estos resultados sugieren que en *Clusia,* la dispersión vertical de semillas puede ser tan importantes como la dispersión horizontal. Presiones selectivas que actúan a lo largo de los diferentes estadíos de vida pueden estar influenciando caracteristicas tales como: producción de frutos, tamaño de la semilla y adherencia del arilo.

NUÑEZ-VARGAS, M. PERCY. Proyecto flora del Peru, Umanchata 136, Cusco PERU. Orchids in the historical sanctuary of Machupicchu.

I report results from eight years of exploration and collection of terrestrial, epiphytic, and lithophytic orchids in all habitats of the Machupicchu area of the Urubamba Valley in southern Peru. General floristic collections, tree-climbing, and herbarium studies are currently included in research efforts. We have documented 174 species in 55 genera. A written flora is in progress, with data available from the Vargas Herbarium (CUZ). Many species are rare or uncommon. Fire

appears to have a strongly negative effect on populations in isolated habitats.

NUÑEZ-VARGAS, M. PERCY. Proyecto flora del Perú, Umanchata 136, Cusco PERÚ. Orquídeas del santuario histórico de Machupicchu.

Presento los resultados de más de ocho años de exploraciones y colecciones en todos los habitades de las orquídeas terrestres, epífitas, y litofiticas del área de Machupicchu en el valle de Urubamba del sur peruano. Tambien vengo haciendo inventarios florísticos, trepando árboles, y respectivo análisis de herbario. Hasta hoy documento 174 especies en 55 géneros. Se planea publicar una flora con toda la base de datos disponibles en el herbario Vargas (CUZ). La mayoría de las especies son raras y únicas. Los incendios tienen un efecto negativo sobre las poblaciones en habitats aislados.

PÁTKAI, THOMAS. Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, H-125 Budapest P.O.B. 35 HUNGARY. SEM-EDXRA and mycorrhiza studies on West African and neotropical leafless twig epiphytic Sarcanthinae orchids with particular regard to the "branch-killing" effect of twig epiphytes.

Roots of the West African leafless twig epiphytic orchid *Microcoelia caespitosa* and the neotropical *Campylocentrum porrectum* are dorsiventral, containing photosynthesizing tissues at the dorsal side. They may harbor mycorrhizal infection in ventral parts attached to the substrate. The former plant repeatedly yielded a resupinate Hymenomycete belonging to the *Ceratobasidium cornigerum-C. obscurum-C. pseudocornigerum* complex. This fruited easily on common media in 8–14 days and, under laboratory conditions, was pathogenic to tomato seedlings. Specimens of *C. porrectum* did not contain mycorrhiza, but yielded a variety of common plant pathogenic microfungi and a rare *Pestalozziella* sp. SEM studies revealed that these orchids have an elongated crescent-shaped seed with a hook which is also known from twig epiphytic Oncidiinae. EDXRA yielded data on the mineral composition of these orchids and their immediate environment. The Los Veranos (Jalisco, Mexico) site of *C. porrectum* was rich in small particles of a rare zinc-titanium-phosphate ore.

PÁTKAI, THOMAS. Research Institute for Soil Science and Agricultural Chemistry of the Hungarian Academy of Sciences, H-125 Budapest P.O.B. 35 HUNGARY. SEM-EDXRA y estudios de micorrizas del vástago sin hojas de orquídeas Sarcanthinae con énfasis en el efecto de "estrangulamiento" de vástagos epífitos.

Las raices del vástago sin hojas de la orquídea epífita *Microcoelia caespitosa* del Africa occidental y las de la especie neotropical *Campylocentrum porrectum,* son dorsiventrales y contienen tejidos fotosintetizadores en el lado dorsal. Estos pueden alojar infecciones micorrícitas en las partes ventrales que se adhieren al substrato. La primera planta repetidamente, origina un Hymenomyceto invertido perteneciente al complejo *Ceratobasidium cornigerum-C. obscurum-C. pseudocornigerum.* Este frutifica en 8–14 dias facilmente, en medios nutritivos comunes, y bajo condiciones de laboratorio fue patógeno a las siembras de tomates. Especímenes de *C. porrectum* no posee micorrizas, pero producen una variedad de diminutos hongos patógenos comunes y una rara especie de *Pestalozziella.* Estudios con SEM (Microscopio Eléctronico de Barrido), revelaron que estas orquídeas tienen semillas elongadas, en forma de media luna, asi como un aguijón, presente en los vástagos epifitos de Oncidiinae. EDXRA produjo datos sobre la composición mineral de estas orquideas así como su ambiente circundante. El sitio de *C. porrectum* en Los Veranos (Jalisco, México), fue rico en pequeñas partículas de raros minerales de fosfatos-zinc-titanio.

RAMIREZ, IVÓN M. Missouri Botanical Garden, P.O. Box 299, St. Louis, Missouri 63166-0299 U.S.A. A systematic revision of *Neoregelia* subgenus *Hylaeaicum* (Bromeliaceae).

The species of *Neoregelia* subgenus *Hylaeaicum* are restricted to the Amazon Basin in Venezuela, Colombia, Ecuador, Peru, and Brazil. Taxa in this group have been traditionally separated mainly by vegetative features. Studies of plants under cultivation have shown that many of the characteristics traditionally used are plastic (such as relative length/width of leaves, stolons, and flower size). These studies of living material and all herbarium material available have demonstrated that characteristics such as disposition of the sheaths on the stolons (distichous vs. spiral), number of leaves per rosette, growth type (climbing, pendant, etc.), sepal color, and the relative and absolute length of floral bracts, sepals, and petals, are the most constant features that separate the taxa (about 15 spp.) in this subgenus. Analysis of these traits and of sev-

eral others has made possible a realignment of the taxa. A new classification for *Neoregelia* subgen. *Hylaeaicum* is proposed. A new key for the species, descriptions based on all the information available, ecological data, and a cladogram explaining the phylogenetic hypotheses have been compiled. The affinities of subgenus *Hylaeaicum* with other groups of the Bromelioideae have also been considered.

RAMIREZ, IVÓN M. Missouri Botanical Garden, P.O. Box 299, St. Louis, Missouri 63166-0299 U.S.A. Revisión sistemática de *Neoregelia* subgénero *Hylaeaicum* (Bromeliaceae).

La distribución de las especies de *Neoregelia* subgénero *Hylaeaicum* está restringida a la región Amazónica de Venezuela, Colombia, Ecuador, Perú, y Brasil. Las especies en este grupo han sido tradicionalmente separadas usando caracteres vegetativos. El estudio de plantas vivas bajo cultivo ha mostrado que muchos de esos caracteres vegetativos son variables (tal como relación largo/ancho de las hojas, rizomas y flores). Estos estudios de material vivo, asi como también del material herborizado disponible, han demostrado que caracteres como el arreglo de las vainas de los rizomas (dísticas vs. espiraladas), número de hojas por roseta, tipo de crecimiento (trepador, péndulo, etc.), color de los sépalos, así como también la longitud total y relativa de las brácteas florales, sépalos y pétalos, son los caracteres mas constantes que separan las taxa (ca. 15) en este subgénero. El análisis de estos caracteres y de algunos otros, ha hecho posible el realineamiento de los taxa en este grupo. Como resultado de este estudio, se propone una nueva clasificación para *Neoregelia* subgénero *Hylaeaicum*. Una nueva clave para las especies, descripciones basadas en toda la información disponible, datos ecológicos, y cladogramas explicando las hipótesis filogenéticas son presentados. Una discusión de las afinidades del subgénero *Hylaeaicum* con otros grupos de las Bromelioideae se incluye.

RODRÍGUEZ-ROBLES, JAVIER A., ELVIA J. MELÉNDEZ, AND JAMES D. ACKERMAN. Department of Biology, P.O. Box 23360, University of Puerto Rico, Rio Piedras, Puerto Rico 00931-3360 U.S.A. Effect of display size, flowering phenology, and nectar availability on effective visitation frequency in *Comparettia falcata* (Orchidaceae).

Comparettia falcata is an epiphytic neotropical orchid that produces nectar as a pollinator reward. In Puerto Rico, *C. falcata* is allogamous and pollinated by the endemic hummingbird *Chlorostilbon maugaeus*. Autogamous pollinations are possible but result in reduced fruit set. For the 1989 and 1990 flowering seasons, the probability of pollinarium removals and natural pollinations increased with individual inflorescence display size. However, the frequency of effective pollinator visits was independent of flowering phenology in both years. A positive correlation between inflorescence size and reproductive success occurred in 1990 but not in 1989. In 1990, plants produced longer spurs, a higher standing crop of nectar, and a more concentrated nectar than in 1989. There was no relationship between nectar availability (=standing crop of nectar) in either year. Nectar availability and sugar concentration did not vary among the first four flowers of an inflorescence in either season. Nectar availability was not a good predictor of effective visitation. *Comparettia falcata* has a higher natural fruit set than tropical deceptive orchids, suggesting that pollinator visitation may be enhanced by nectar reward. The small, dilute nectar volumes secreted by *C. falcata*, may benefit the plant by increasing inter-plant pollinator movement and pollen dispersal.

RODRÍGUEZ-ROBLES, JAVIER A., ELVIA J. MELÉNDEZ, AND JAMES D. ACKERMAN. Departamento de Biología, Apartado Postal 23360, Universidad de Puerto Rico, Rio Piedras, Puerto Rico 00931-3360 U.S.A. Efectos del número de flores abiertas simultáneamente, la fenología de florescencia, y la disponibilidad de néctar en la frecuencia de visitas efectivas a *Comparettia falcata* (Orchidaceae).

Comparettia falcata es una orquídea neotropical epifítica que produce néctar como recompensa para el polinizador. En Puerto Rico, *C. falcata* es alógama y es polinizada por el colibrí endémico *Chlorostilbon maugaeus*. Polinizaciones autógamas pueden ocurrir, pero ocasionan una producción de frutos reducida. Para las temporadas de floración de 1989 y 1990, la probabilidad de remoción de los polinarios y de polinizaciones naturales aumentó a medida que el número de flores abiertas simultáneamente en una misma planta era mayor. Sin embargo, la frecuencia de visitas efectivas de los polinizadores fue independiente de la fenología de florescencia en ambos años. En 1990, hubo una correlación positiva entre el número de flores producidas por una planta y el éxito reproductivo de ésta, pero no ocurrió así en 1989. En 1990, las plantas produjeron espolones más largos, hubo más néctar disponible por flor y el néctar fue más

concentrado que en 1989. No hubo relación entre la disponibilidad de néctar y su concentración de azúcares no variaron significativamente entre las primeras cuatro flores de una inflorescencia en ningún año. La disponibilidad de néctar no resultó ser un buen criterio para predecir el número de visitas efectivas de polinizadores. *Comparettia falcata* tiene una mayor producción de frutos que orquídeas tropicales que no ofrecen recompensas florales y que engañan a sus polinizadores, lo que sugiere que el néctar puede contribuir a aumentar el número de visitas de los polinizadores *C. falcata*. El poco néctar diluido que secreta *C. falcata* puede beneficiar a la planta al aumentar el movimiento de los polinizadores entre diferente plantas y, consecuentemente, la disperción del polen.

SABAT, ALBERTO, B. MOLANO, AND JAMES D. ACKERMAN. Department of Biology, University of Puerto Rico, Rio Piedras, Puerto Rico 00931 U.S.A. Reproductive success in a twig epiphyte (*Tolumnia variegata*): the effect of density.

Density of *Tolumnia variegata* individuals per host branch at a site in Tortuguero, Puerto Rico, varies as much as twenty-fold (from 0.025 to 0.50 plants/cm). The effect of this variation on male and female reproductive success was investigated. Pollinarium removal and fruit set were most influenced by flower production. Male success significantly correlated with the number of flowers produced per individual ($r = 0.295$, $N = 529$, $P < 0.001$), whereas fruit set was influenced more by the total number of flowers in a given host branch ($r = 0.271$, $N = 551$, $P < 0.001$). Flower production was largely determined by plant size ($r = 0.535$, $N = 551$, $P < 0.001$), but not significantly influenced by the density of individuals per host branch ($r = 0.108$, $N = 551$, $P = 0.105$). Density per host branch was only weakly correlated to the size of the individuals in that branch ($r = 0.149$, $N = 581$, $P < 0.001$). Thus, for the observed range, high density of *T. variegata* per host branch does not seem to have a negative effect on reproduction. On the contrary, a positive density-dependence effect on reproduction is suggested by the observed positive correlation between number of flowers per host branch and fruit set.

SABAT, ALBERTO, B. MOLANO, AND JAMES D. ACKERMAN. Departamento de Biología, Universidad de Puerto Rico, Rio Piedras, Puerto Rico 00931 U.S.A. Exito reproductivo en la orquídea *Tolumnia variegata*: el efecto de la densidad.

La densidad de *Tolumnia variegata* en árboles hospederos, en una área de estudio en Tortuguero, Puerto Rico, varia considerablemente (desde 0.025 hasta 0.50 plantas/cm). Se investigó el efecto de esta variación en el éxito reproductivo como macho (remoción de polinarios) y como hembra (formación de frutos). El éxito como macho esta significativamente correlacionado con el número de flores a nivel de individuo ($r = 0.295$, $N = 529$, $P < 0.001$), mientras que el éxito como hembra esta influenciado por el numero total de flores de *T. variegata* en ramas de hospederos ($r = 0.108$, $N = 551$, $P = 0.105$); aunque existe una correlación debil, pero significativa, entre la densidad de individuos de *T. variegata* en ramas de hospederos, y el tamaño de estos ($r = 0.149$, $N = 581$, $P < 0.001$). Se concluye que en *T. variegata* no hay efectos reproductivos negativos asociados a una alta densidad. Por el contrario, se observó un efecto positivo entre el éxito reproductivo como hembra y la densidad de individuos en ramas de hospederos.

SALAZAR, GERARDO A. Herbario de la Asociación Mexicana de Orquideologia, A.C. Apdo. Postal 53-123, 11320 México, D.F. MEXICO. Geographical distribution, variation, and systematics in *Mormodes* (Orchidaceae; Catasetinae).

I examined the patterns of geographical distribution of a number of species of *Mormodes*, as well as the morphology of floral variation in relation to sex expression, and their relevance in resolving systematic problems. This is presented both at the level of species limits as well as the intrageneric genealogical relationships. The known distributions of 39 taxa from Mexico (18), Central America (15), and northwest South America (6) are shown on maps on which the main mountain chains and other physiographic features are indicated. Also, data from 23 species of which information concerning the type of sexual expression (i.e., protandrous vs. unisexual) is available are tabulated and examples of sex-related morphological variation are graphically presented. This information is contrasted with a preliminary subdivision of the genus in two groups defined by uniquely shared derived features. The following facts become evident: 1) species of *Mormodes* are distributed in relatively small geographical areas, and in most cases are restricted to physiographic units ranging from local endemics to species with more extensive areas, but are never widespread across mountain ranges or other important physiographic features; 2) protandry is the most frequent type of sex expression in *Mormodes* and is found in the

two undergeneric groups; and 3) unisexuality is found in the two undergeneric groups and is always correlated with several degrees of intraspecific morphological variation. In some taxa, such variation is extreme and has been a source of taxonomic confusion (e.g., the so-called *M. lineata-M. histrio* problem). Some predictions follow from these patterns: 1) disjunct populations of supposedly widespread and variable species may prove to be distinct, locally endemic taxa; and 2) the search for population of *Mormodes* in previously unexplored areas may result in an increase of the taxa of the genus, especially if such areas are physiographically diverse and/or discontinuous.

SALAZAR, GERARDO A. Herbario de la Asociación Mexicana de Orquideologia, A.C. Apdo. Postal 53-123, 11320 México, D.F. MÉXICO. Distribución geográfica, variación, y sistemática en *Mormodes* (Orchidaceae; Catasetinae).

Examiné los patrones de distribución geográfica de varias especies de *Mormodes,* así como la variación morfológica de las flores en relación con la expresión sexual, y la relevancia de ambos aspectos en la resolución de problemas sistemáticos. Esto es presentado tanto a nivel de los límites de las especies como al de las relaciones genealógicas intragenéricas. Las distribuciones conocidas de 39 taxa de México (18), Centroamérica (15) y el noroeste de Sudamérica (6) se muestran en mapas en los que se indican las principales cadenas montañosas y otras características fisiográficas. Además, información sobre el tipo de expresión sexual de 23 especies (protándrica vs. unisexual) se muestra en forma tabular, presentándose ejemplos gráficos de la variación morfológica relacionada con el sexo. Esta información se contrasta con una subdivisión preliminar del género en dos grupos basada en caracteristicas derivadas compartidas de manera única. Los siguientes hechos se hacen evidentes: 1) las especies de *Mormodes* están distribuidas en áreas geográficas relativamente pequeñas, en muchos casos restringidas a unidades fisiográficas variando de endémicas locales a especies con áreas más extensas pero nunca cruzando cordilleras u otros accidentes fisiográficos importantes; 2) la protandria es el tipo de expresión sexual más frecuente en *Mormodes* y se presenta en los dos grupos intragenéricos; 3) la unisexualidad se presenta en ambos grupos subgenéricos y siempre está correlacionada con varios grados de variación morfológica intraespecífica. En algunos taxa dicha variación es extrema y ha sido fuente de confusión taxonómica (e.g., el conocido problema de *M. lineata-M. histrio*). Algunas predicciones se derivan de estos patrones: 1) poblaciones disyuntas de especies supuestamente variables y ampliamente distribuidas pueden demostrar ser taxa distintos y localmente endémicos; y 2) la búsqueda de poblaciones de *Mormodes* en áreas previamente inexploradas incrementará el número de taxa del género, especialmente si tales áreas son fisiográficamente diversas y/o discontinuas.

SEATON, PHILIP T.[1] AND HUGH W. PRITCHARD.[2] [1]Kidderminster College of Further Education, Kidderminster, UNITED KINGDOM and [2]Joddrell Laboratory, Royal Botanic Gardens, Kew, Wakehurst Place, Ardingly UNITED KINGDOM. Conservation of orchids through seed storage: the realities.

Numerous studies over the last 60 years have indicated that dry orchid seeds are capable of a longevity of about ten years when stored at around 5°C. The main objective of our studies on orchid seed storage has been to quantify the relationships between seed moisture content, storage temperature, and seed longevity. Reducing seed moisture content from 20% to 5% and decreasing storage temperature from 52°C to 2°C both enhance seed longevity. Thus, orchid seeds apparently display "orthodox" storage characteristics. Conventional seed banking practice dictates that "orthodox" seeds are stored at 3–5% moisture content and −20°C. Orchid seed storage at −20°C and 4% moisture content has proved possible for four years. However, lower moisture contents down to 2% can cause a rapid decline in seed viability, especially at −20°C. Sound seed storage protocol can enhance long-term conservation of orchids.

SEATON, PHILIP T.[1] AND HUGH W. PRITCHARD.[2] [1]Kidderminster College of Further Education, Kidderminster UNITED KINGDOM and [2]Joddrell Laboratory, Royal Botanic Gardens, Kew, Wakehurst Place, Ardingly UNITED KINGDOM. Conservación de orquídeas por almacenaje de semillas: los hechos.

Durante los últimos 60 años numerosos estudios se indican que las semillas secas de orquídeas se conservan unos 10 años en condiciones de almacenaje alrededor de los 5°C. El objectivo principal de nuestros estudios sobre el almacenaje de las semillas de orquídeas ha sido cuantificar la relación entre el contenido de humedad de las semillas, su temperatura de almacenaje, y longevidad. Reduciendo el contenido de humedad de las semillas de un 20% a

un 5% y bajando la temperatura de almacenaje de 52°C a 2°C se aumenta la longevidad de las semillas. Al parecer, las semillas de orquídeas muestran características "ortodoxas" de almacenaje. Es la norma almacenar semillas "ortodoxas" en bancos de germoplasma con un contenido del 3–5% de humedad y a −20°C. Sin embargo, contenidos de humedad más bajos, hasta un 2%, pueden provocar una rápida disminución de la viabilidad de las semillas, particulamente a −20°C. Se discuten las implicaciones de tales características de almacenaje en la conservación a largo plazo de orquídeas en bancos de germoplasma.

SILLETT, STEPHEN C. Department of Botany and Plant Pathology, Oregon State University, Corvallis, Oregon 97331 U.S.A. Canopy bryophyte communities in a lower montane wet forest, Costa Rica: quantitative sampling in intact forest and isolated trees.

Canopy bryophyte communities are an integral but poorly understood component of many forest ecosystems. I had three main objectives in this study of a cloud forest canopy bryophyte community: 1) to develop a quantitative method for sampling canopy bryophytes; 2) to determine the nature and extent of variability in canopy bryophyte community structure within and among tree crowns; and 3) to compare microclimates and bryophyte community structure of intact forest and isolated trees. Six mature *Ficus tuerckheimii* trees (three in intact forest and three in isolated pasture) were climbed. Hemispherical canopy photography showed that the interior crowns of isolated trees were twice as bright as the interior crowns of intact forest trees. Evaporative rates were also consistently higher in the interior crowns of isolated trees. Ten branches were randomly selected from the interior crown of each tree and ten 0.01 m^2 plots were randomly selected from each branch. All bryophytes occurring within each plot were collected, and the following variables were measured in the laboratory: biomass, species richness, and life-form diversity. Tree isolation appeared to affect canopy bryophyte communities and led to lower species richness and life-form diversity. A total of 50 moss species were encountered in the interior crowns: 41 on the intact forest trees and 29 on the isolated trees. Pendants, fans, tall turfs, and wefts were more abundant on the intact forest trees, while short turfs were more abundant on the isolated trees. Three patterns in bryophyte community structure were revealed through nesting ANOVAs of each dependent variable: 1) within-tree variation was much greater than among-tree variation; 2) within-branch variation was much greater than among-branch variation; and 3) among-tree variation was greater in intact forest trees than in isolated trees. A cost-benefit analysis, which minimized time investments (cost) and maximized statistical power (benefit), indicated that more branches per tree and fewer plots per branch should be sampled in future studies.

SILLETT, STEPHEN C. Department. of Botany and Plant Pathology, Oregon State University, Corvallis, Oregon 97331 U.S.A. Comunidades de briófitos de las copas arbóreas en un bosque húmedo montaño bajo de Costa Rica: muestreo cuantitativo en un bosque intacto y en árboles aislados.

Las comunidades de briófitos en las copas de árboles son un componente integral poco entendido en muchos ecosistemas boscosos. Se establecieron tres objectivos en este estudio para determinar las comunidades de briófitos en bosque nublado; estos fueron: 1) desarrollar un método cuantitativo para muestrear los briófitos en las copas; 2) determinar la naturaleza y extensión de variabilidad y estructura de las comunidades de briófitos, dentro y entre las copas de los árboles; y 3) comparar los microclimas y estructura de comunidades de briófitos de bosques intactos y de árboles aislados. Seis árboles adultos de *Ficus tuerckheimii* (trés en bosques intactos y trés en pastizales aislados), fueron trepados. Mediante fotografía con lentes gran-angular, se mostró que las copas internas de los árboles aislados eran más brillantes que las copas internas de los árboles en bosques intactos. Los índices de evaporación también fueron, consistentemente mayores, en los árboles aislados. Diez ramas fueron seleccionadas al azar en las copas internas de cada árbol y diez sectores de 0.01 m^2, fueron seleccionadas en cada rama. Todas los briófitos presentes dentro de los sectores fueron colectados, para determinar las siguientes variables en el formas de crecimiento. El factor aislamiento en árboles mostró tener un efecto las comunidades de briófitos en las copas y indicó una menor riqueza de especies y diversidad de formas de crecimiento. Un total de 50 especies de musgos fueron localizados en las copas internas: 41 en bosques intactos y 29 en los árboles aislados. Formas colgantes, abanicadas, tramadas, y elongas fueron localizadas en los bosques intactos, mientras que en los aislados, las formas cortas fueron más frecuentes. Trés patrones en la estructura de comunidades de briófitos fueron revelados mediante análisis jerarquial ANOVA ('nested ANOVA'): 1) la variación dentro de los árboles fue mucho mayor que entre la localizada entre las ramas; 2) la variación dentro de las

ramas fue mucho mayor que la variación entre las mismas; y 3) la variación entre los árboles fue mayor en los bosques intactos que en los aislados. El análisis costa-beneficio, que minimizó el tiempo invertido (costo) y maximizó el poder estadístico (beneficio), indicó que mas ramas por cada árbol y pocos sectores por rama deberían emplearse en estudios futuros.

Soto-Arenas, M. Herbario de la Asociación Mexicana de Orquideologia, A.C. Apdo. Postal 53-124, 11320 Mexico, D.F. MEXICO. The distribution of Mexican orchids and its implications in conservation.

Conservation of orchid species is one of the aims of Asociación Mexicana de Orquideologia. During the last few years, we have visited 140 localities in Mexico that support ca. 800 orchid species. In these localities, we have surveyed the orchid flora and have constructed a database that includes climatic data of the areas. The database matrix was analyzed by multivariate methods using both cluster analysis and ordination. The cluster analysis allowed us to obtain a new definition and classification of the floristic provinces of Mexico on a quantitative basis. The floristic or "orchid provinces" are described in terms of species richness, endemisms, and similarities with other zones. Ordination of the samples shows a strong correlation with climatic factors, rather than with historic ones. Some conclusions are: 1) 60% of the orchid species are found in the mesophytic (cloud) mountain forest, which occupies only 1.5% of the territory; 2) 40% of the orchid flora is endemic to the country; 3) about one-half of the species are found in only one province; 4) some provinces have up to 25% of endemic species; 5) if eight specific zones were preserved, they would include about 60% of the entire orchid flora.

Tapia, Christina and Marko Lewis. Herbario Naciónal de Bolivia, Casilla, La Paz 20127 BOLIVIA and Muséo de Historia Natural "Noel Kempff Mercado," Casilla 1615, Santa Cruz BOLIVIA. The distribution of the epiphytic moss genus *Meteoropsis* sensu latu in Bolivia.

The purpose of our study was to define the geographic and altitudinal distribution of the epiphytic moss genus *Meteoropsis* sensu latu, as well as its substrate preferences. Over 100 collections of *Meteoropsis* were made throughout Bolivia, and their locality, altitude, habitat, and substrate were noted. The specimens were identified in the laboratory. Preliminary results show that although the genus is evenly distributed throughout montane forest between 300 and 3,500 m, the five species encountered in this study have little or no overlap in geographic or altitudinal distribution. Although species of *Meteoropsis* have previously been considered epiphytes, they can be found on many well-aerated substrates.

Tapia, Christina and Marko Lewis. Herbario Naciónal de Bolivia, Casilla, La Paz 20127 BOLIVIA and Muséo de Historia Natural "Noel Kempff Mercado," Casilla 1615, Santa Cruz BOLIVIA. La distribución de un musgo epífito del género *Meteoropsis* sensu latu en Bolivia.

El propósito de nuestro estudio fue el de definir la distribución geográfica y altitudinal de los musgos del género *Meteoropsis* sensu latu, así como sus preferencias de sustrato. Más de 100 colectas de *Meteoropsis* se hicierón por todo Bolivia y se registrarón su localización altitudinal, habitat, y tipo de suelo. Los especimenes fueron identificados en laboratorio. Los resultados preliminares muestran que el género está igualmente distrubuido en todas las montañas boscosas entre 300 y 3,500 m, las cinco especies encontradas tienen poca o ninguna coincidencia con la distribución geógráfica o altitudinal. Si bien especies de *Meteoropsis* han sido consideradas hasta ahora epífitas, ellas pueden ser encontradas en cualquier suelo particularmente bien aereodo.

Terrazas, Teresa and Harold G. Hills. The University of North Carolina, Biology–Coker Hall, Chapel Hill, North Carolina 27599-3280 U.S.A. Anatomy and formation of apogeotrophic roots in the Catasetinae (Orchidaceae).

Anatomy and formation of apogeotrophic roots in the Catasetinae are reported to collect debris. No moisture-absorbing function has been attributed to these roots. Plants growing in media which drain very quickly (e.g., charcoal or cork plaques) are most likely to develop this type of root. Plants growing in dry areas with high nighttime moisture are frequently observed to produce apogeotrophic roots. In this study, plants were randomly selected and grown under uniform conditions except for variation in watering regimes. Each plant was watered individually. Production of the upright roots was not simply a response to drought, but seemed to be a response to high levels of moisture in the atmosphere. Anatomical studies show the roots possess normal xylem and phloem.

TERRAZAS, TERESA AND HAROLD G. HILLS. The University of North Carolina, Biology–Coker Hall, Chapel Hill, North Carolina 27599-3280 U.S.A. Anatomía y formación de raíces apogeotróficas en las Catasetinae (Orchidaceae).

La formación y anatomía de las raices apogeotrópicas en Catasetinae se reporta como colectora de desechos. Ninguna función de absorción se ha atribuido a estas raices. Plantas cultivadas en substrato con drenaje rápido (p.e., carbon o placas de corcho) es más probable que desarrollen este tipo de raíz. En condiciones naturales, las raices apogeotropicas se desarrollan en plantas cuyo habitat es xérico con alta humedad durante las noches. En este estudio, seleccionamos al azar individuos y se observó su crecimiento en invernadero bajo condiciones uniformes con excepción del suministro de agua. Los riegos fueron suministrados individualmente a cada maceta. La formación de raices apogeotrópicas no solamente fue una respuesta a sequía, sino parece ser una respuesta a altos niveles de humedad atmosférica. Las observaciones anatomicas mostraron que las raices apogeotrópicas poseen tejido vascular normal, xilema y floema.

VARADARAJAN, G. S. School of Agriculture, Tuskegee University, Tuskegee, Alabama 36088 U.S.A. Systematics, ecology, and evolution within the Bromeliaceae: inferences from foliar characters.

The objective of this report is to describe some recently studied characteristics of the foliar epidermal appendages and anatomy that vary widely within the Bromeliaceae subfamilies (Pitcairnioideae, Tillandsioideae, and Bromelioideae). Peltate foliar scales, the most common type of appendages in the subfamilies, are structurally similar in mesic to semixeric pitcairnioids. These are unusual in the family (thick-walled shield cells, occurrence of densely overlapping packages). Mesic to semixeric tillandsioids share symmetrical scales (4, 16, 32, 64 cells in symmetrical rings), while xeric tillandsioids lack scale symmetry due to oblique wings. Pitcairnioid laminas present sharp qualitative anatomical differences in mesic, semixeric, and xeric forms, while tillandsioids and bromelioid laminas are much less heterogeneous. Systematic usefulness of foliar characters is realized in several instances, especially within the pitcairnioids and tillandsioids. Although they share a number of similar habitats, the three subfamilies appear to have responded to evolutionary pressures in different ways. For instance, water-conserving strategies are evident in the water tissues in the pitcairnioids and in the efficient leaf tanks and absorptive scales in the tillandsioids. In bromelioids, however, these strategies are apparently linked to the growth habit, water tissues, and crassulacean acid metabolism (CAM), and only to a much lesser extent, to the foliar scales.

WHITTEN, W. M. AND N. H. WILLIAMS. The Florida Museum of Natural History, Gainesville, Florida 32611 U.S.A. Floral fragrance of *Stanhopea* (Orchidaceae).

Floral fragrances of 129 individuals comprising 30 species of *Stanhopea* were analyzed using gas chromatography/mass spectrometry. Most fragrances consist of mixtures of monoterpenes and simple aromatic compounds; sesquiterpenes, normal acetates, and normal aldehydes are uncommon. The fragrances attract male euglossine bee pollinators. Fragrance composition is not always species-specific; at least eight of the 30 species exhibit qualitative intraspecific variation in fragrance composition. Although there is great diversity among species in fragrances, some species produce similar fragrances and share pollinator sets. Species which have similar fragrances are usually allopatric or marginally sympatric. Sympatric species usually differ greatly in fragrance composition. The diversity to floral fragrances in *Stanhopea* might be due to character displacement resulting from competition for pollination and the avoidance of hybridization.

WOLF, JAN H. D. Universiteit van Amsterdam, Department of Paleo/Acteo Ecology, Kruislaan 318, 1098 SM Amsterdam THE NETHERLANDS. Species richness patterns of epiphytic bryophytes and lichens along an altitudinal gradient in the northern Andes.

Species richness patterns of epiphytic bryophytes and lichens were studied along an altitudinal gradient ranging from 1,000–4,130 m in the Central Cordillera, Colombia. At each of 15 sites, located at altitudinal intervals of approximately 200 m, the epiphytic vegetation of four host trees was sampled (± 10 subsamples per tree). Sampling included canopy sampling for which rope-climbing techniques were used. Species/area curves indicated that sampling was adequate for each altitude (site). In total, 187 taxa of liverworts, 108 of mosses, and 110 of macrolichens were recognized. This number of taxa is estimated to represent 90% of all species present in the subsamples. Liverwort species richness showed a clear maximum of ca. 100 taxa/altitude at mid-elevational (2,550–3,190 m a.s.l.) alti-

tudes. The distribution patterns of individual taxa reveal that the belt of greatest liverwort richness coincides with a contact transition zone. Several hypotheses (mass effect, ecological equivalency, and species overlap) predict highest species diversity at such a transition zone. All are based on the assumption that the community composition results from between-community interactions rather than from within-community (niche) relationships. The validity of this presumption is further indicated by the low number of liverwort taxa (20.5%) exclusive to the belt of greatest richness, assuming that the habitats are saturated.

WOLF, JAN H. D. Universidad de Amsterdam, Departamento de Paleo/Acteo Ecología, Kruislaan 318, 1098 SM Amsterdam THE NETHERLANDS. Patrones de riqueza de especies de briófitos y líquenes epifíticos sobre un gradiente altitudinal al norte de los Andes.

Los patrones de la riqueza de briófitos y líquenes fueron estudiades a lo largo de un gradiente altitudinal de 1,000 a 4,130 m s.n.m. en la Cordillera Central, Colombia. Sobre el gradiente se muestrearon 15 sitios ubicados a intervales altitudinales de ca. 200 m. En cada árbol se tomaron ±10 sub-muestras. La investigación incluyó el muestreo en las copas de los árboles para lo cual se requirió de la utilización de tecnicas de alpinismo con cuerdas. Las curvas especies/área indicaron que el muestreo realizado fue adecuado para cada sitio de muestreo. En total se encontraron 187 taxa de hepáticas, 108 de musgos y 110 de macrolíquenes. Se estima que la cantidad de taxa encontrados representa el 90% de todas las especies presentes en las submuestras. La mayor cantidad de taxa de hepáticas, aproximadamente 100 taxa por altitud, se encontró entre los 2,550 y 3,190 m. El patrón de la distribución por taxum indicó que la zona de mayor riqueza de hepáticas coincidó con una zona de transición de contacto. Varias hipótesis ("mass effect," equivalencia ecológica, y sobrespoción de especies) predicen que la mayor riqueza de especies se encuentra en este tipo de zona de transición. Estos hipótesis asumen que la composición floristica de comunidades es el resultado de las interacciones entre comunidades más que los procesos de interacción intra-comunitarios. La baja cantidad de taxa de hepáticos (20.5%) restringidas a la zona de riqueza mayor fundamentan la validez de estos hipótesis, asumiendo que los habitats se encuentran saturados.

ZIMMERMAN, J. K. Smithsonian Environmental Research Center, P.O. Box 28, Edgewater, Maryland 21037 U.S.A. Evolution of environmental sex determination in the genus *Catasetum* (Orchidaceae).

Sex expression of unisexual *Catasetum* orchids is sensitive to light intensity such that brightly illuminated plants are female and shaded plants are male. One hypothesis to explain the evolution of environmental sex determination (ESD) in *Catasetum* is that reproduction of one sex (i.e., females) benefits relatively more by being in high light than the other. Observations of *C. viridiflavum* in central Panama suggest this benefit is reflected in the ability of the female to bear fruit and maintain long-term growth and flowering. However, this benefit does not result entirely from increased light availability. It also results from the correlated occurrence of plants on dead, decaying trees and limbs, areas that frequently lack canopy cover compared to limbs of live trees. The occurrence of orchids on dead, decaying wood is unusual, but is frequent in *Catasetum* and related unisexual genera in the subtribe. This suggests that an unusual substrate preference may explain the evolution of ESD in this group of orchids.